

**ANALISIS KANDUNGAN KLOROFIL DAN SENYAWA
ANTOSIANIN DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*)
BERDASARKAN TINGKAT PERKEMBANGAN DAUN
YANG BERBEDA**

(Sebagai Bahan Penuntun Praktikum Biologi Materi Metabolisme pada Peserta Didik
SMA Kelas XII Semester Ganjil)



Skripsi

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dalam Ilmu Biologi**

Oleh :

**OREZA NUR EKA PUTRI
NPM. 1411060366**

Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H/2019 M**

**ANALISIS KANDUNGAN KLOROFIL DAN SENYAWA
ANTOSIANIN DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*)
BERDASARKAN TINGKAT PERKEMBANGAN DAUN
YANG BERBEDA**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dalam Ilmu Biologi

Oleh

**OREZA NUR EKA PUTRI
NPM. 1411060366**

Jurusan : Pendidikan Biologi

**Pembimbing I : Farida, S.Kom., MMSI
Pembimbing II : Ovi Prasetya Winandari, M.Si.**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H/2019 M**

ABSTRAK

Penelitian mengenai kandungan klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda masih sangat terbatas. Adanya perbedaan kandungan pigmen klorofil dan antosianin pada tingkatan daun yang berbeda menyebabkan perlu diketahui apakah posisi daun pucuk merah dapat mempengaruhi kadar pigmen klorofil dan senyawa antosianin daun tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kadar klorofil dan senyawa antosianin pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) dan untuk mengetahui perbandingan dari pengukuran kadar klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah rata-rata kandungan klorofil total tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 126,94 mg/l. Sedangkan jumlah rata-rata kandungan senyawa antosianin tertinggi terdapat pada bagian daun pucuk yaitu 257,83 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil a pucuk merah (*Syzygium oleana*) tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 73,4 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b pucuk merah (*Syzygium oleana*) tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 112,79 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total tertinggi pucuk merah (*Syzygium oleana*) terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 126,94 mg/l. Sedangkan rata-rata kandungan antosianin tertinggi pucuk merah (*Syzygium oelana*) terdapat pada bagian daun pucuk yaitu 257,83 mg/l pada panjang gelombang 510 nm. Dan rata-rata kandungan tertinggi pucuk merah pada gelombang 700 nm terdapat pada bagian daun pucuk yaitu 49,08 mg/l. Perbandingan kandungan klorofil total dan senyawa antosianin berdasarkan alat spektrofotometer menunjukkan bahwa kandungan klorofil lebih besar dibandingkan kandungan senyawa antosianin, karena klorofil merupakan pigmen utama pada tumbuhan meskipun daun bagian pucuk berwarna merah, tidak berarti daun tersebut memiliki senyawa antosianin yang dominan, yang dominan tetaplah pigmen klorofil.

Kata Kunci :Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*), Klorofil, Senyawa Antosianin,



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi

**: ANALISIS KANDUNGAN KLOROFIL DAN SENYAWA
ANTOSIANIN DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium
oleana*) PADA TINGKAT PERKEMBANGAN DAUN
YANG BERBEDA**

Nama

: Oreza Nur Eka Putri

NPM

: 1411060366

Jurusan

: Pendidikan Biologi

Fakultas

: Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang Munaqosyah Fakultas
Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Farida, S.Kom., MMSI

NIP. 19780128 200604 2 002

Pembimbing II

Ovi Prasetya Winandari, M.Si

NIP.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si

NIP. 19750514 200801 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp(0721)703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **Analisis Kandungan Klorofil dan Senyawa Antosianin Daun Pucuk Merah (*Syzygium Oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda**, disusun oleh: **Oreza Nur Eka Putri, NPM. 1411060366**, Jurusan: **Pendidikan Biologi**, Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada: Hari/Tanggal: **Jum'at, 20 September 2019.**

TIM PENGUJI

Ketua : Dr. Yuberti, M.Pd.

Sekretaris : Suci Wulan Pawhestri, M.Si.

Penguji Utama : Marlina Kamelia, M.Sc.

Penguji Pendamping I: Farida, S.Kom., MMSI.

Penguji Pendamping II: Ovi Prasetya Winandari, M.Si.

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Nurva Diana, M.Pd.

NIP. 19640828 198803 2002

MOTTO

﴿ خَبِيرٌ لَطِيفٌ ۚ إِنَّ مَخْضَرَةَ الْأَرْضِ فَتُصْبِحُ مَاءَ السَّمَاءِ مِنْ أَنْزَلِ اللَّهُ أَنْ تَرَأَى ﴾

Artinya : “Apakah kamutiada melihat, bahwasannya Allah menurunkan air dari langit, lalu jadilah bumi itu hijau. Sesungguhnya Allah Maha Halus lagi Maha Mengetahui”. (QS. Al-Hajj :63)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala Puji bagi Allah, rasa syukur yang selalu berlimpah kepada Allah SWT atas anugerah dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Usaha, perjuangan dan karya kecil ini kupersembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tuaku, Ayahanda Katiran dan Ibunda Sri Asmi yang sangat tulus dalam mendidik, membesarkan, pemberi semangat terbaik dan tiada henti-hentinya memberikan do'a kepada anak-anaknya, sehingga menghantarkan penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Adikku tersayang, Muhammad Ridwan yang selalu memotivasi, memberi semangat, dan mendoakan dalam penyelesaian skripsi ini.

RIWAYAT HIDUP

Penulis yang bernama Oreza Nur Eka Putri, dilahirkan pada tanggal 06 Juli 1996 di Kota Metro Provinsi Lampung. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan bapak Katiran dan Ibu Sri Asmi

Penulis mulai menempuh pendidikan di SD Negeri 01 Gedung Harapan Kecamatan Penawar Aji Kabupaten Tulang Bawang, aktif pada kegiatan pramuka Sekolah Dasar, tamat pada tahun 2008. Penulis melanjutkan pendidikan di MTs Badik Alam dan tamat pada tahun 2011. Pendidikan selanjutnya di MAN 01 Lampung Timur, Desa Batang Hari Kecamatan Banjar Rejo Kabupaten Lampung Timur dan tamat pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung dan diterima di jurusan pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan melalui jalur SPMB-PTAIN. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di desa Bandar Dalam Kecamatan Sidomulyo Kabupaten Lampung Selatan, sedangkan untuk pelaksanaan Program Pengalaman Lapangan (PPL) di SMP Negeri 11 Bandar Lampung yang beralamat di Jl. Sentot Alibasyah, Ketapang, Teluk Betung Selatan, Kota Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ataskehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya kepada kita. Shalawat serta salam senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga peneliti dalam menyelesaikan skripsi sebagai tugas akhir untuk mendapatkan gelar sarjana pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan di UIN Raden IntanLampung.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M. Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah UIN Raden Intan Lampung beserta jajarannya.
2. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M. Si.,selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Ibu Farida, S.Kom.,MMSI selaku pembimbing 1 dan Ibu Ovi Prasetya Winandari, M.Si., sebagai pembimbing 2 yang telah memberikan berbagai masukan, bimbingan dan arahan mengenai skripsi dan penelitian ini.
4. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah banyak membantu dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh perkuliahan sampai selesai.
5. Laboran dan analis Laboratorium Botani 1 Universitas Lampung yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian dan memberikan arahan serta

bimbingan selama melaksanakan penelitian hingga penelitian terselesaikan dengan lancar.

6. Seluruh Pimpinan dan karyawan perpustakaan serta seluruh civitas akademik fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung dan Almamater tercinta, Biologi angkatan 2014, yang telah mendidikku menjadi orang yang mampu berfikir maju dan menjadi orang yang lebih berguna.
7. Sahabat-sahabatku Laila Romantika, Laila Mudrikah, Miftahul J.A.S, Nurmasari, Vika Khairunnisa, Bidari Maulid Diana, Sri Ratna Karuniasari, Mahdalena Apriliani, Galih Winangsang, Bramantyo Eko Mukti, Bahrul Ullum, David Anggola, Jarot Widakdo dan DM Life.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan dengan tulus ikhlas dicatat sebagai amal ibadah di sisi Allah SWT. Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari katasempurna. Semoga skripsi ini bermanfaat, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Aaamin.

Bandar Lampung, 2019

Penulis

Oreza Nur Eka Putri
NPM : 1411060366

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..	i
ABSTRAK..	ii
PERSETUJUAN.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
MOTTO... ..	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP... ..	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL..	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN..	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah..	1
B. Identifikasi Masalah..	12
C. Pembatasan Masalah..	13
D. Rumusan Masalah.....	13
E. Tujuan Penelitian.....	13
F. Manfaat Penelitian..	14
1. Bagi Peneliti..	14
2. Bagi Pendidikan..	14
3. Bagi Masyarakat..	14

BAB II LANDASAN TEORI

A. Botani Tanaman Pucuk Merah.....	15
1. Taksonomi.....	15
2. Morfologi.....	16
3. Kandungan Kimia Daun Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>)..	19
B. Klorofil..	20
1. Pengertian Klorofil.....	20
2. Struktur Kimia Klorofil..	24
3. Pembentukan Klorofil..	30

4. Degradasi Klorofil.....	33
5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Klorofil.....	34
C. Antosianin.....	35
1. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Antosianin.....	41
D. Ekstraksi.....	42
E. Aseton.....	44
F. Spektrofotometer.....	45
G. Penelitian Relevan.....	47
H. Kerangka Berpikir.....	48
I. Hipotesis.....	49
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	51
B. Alat dan Bahan.....	51
C. Parameter Penelitian.....	52
D. Jenis Penelitian.....	52
E. Populasi dan Sampel.....	54
F. Pelaksanaan Penelitian.....	54
1. Lokasi Penelitian.....	54
2. Data Pengambilan Sampel.....	54
3. Identifikasi.....	55
G. Alur Kerja Penelitian.....	56
1. Ekstraksi Pigmen Klorofil.....	56
2. Ekstraksi Pigmen Antosianin.....	57
H. Analisis Data.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	61
1. Kandungan Klorofil pada Bagian Daun Pucuk, Daun Muda, dan Daun Dewasa Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>).....	61
2. Kandungan Antosianin pada Bagian Daun Pucuk, daun Muda dan Daun Dewasa Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>).....	68
B. Pembahasan.....	72
1. Kandungan Klorofil Daun Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.....	72
2. Kandungan Antosianin Daun Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>) berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.....	80
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar.....	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	89
B. Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Perbandingan Pigmen Klorofil a dan b.....	25
Tabel 2. Tujuh Jenis Antosianin.....	39
Tabel 3. Kandungan Klorofil a Daun Tanaman Pucuk Merah (<i>Syzygium</i> <i>oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda... ..	62
Tabel 4. Hasil Analisis Varian (ANOVA)	63
Tabel 5. Kandungan Klorofil b Daun Tanaman Pucuk Merah (<i>Syzygium</i> <i>oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda... ..	64
Tabel 6. Uji Kruskal-Wallis... ..	65
Tabel 7. Kandungan Klorofil Total Daun Tanaman Pucuk Merah (<i>Syzygium</i> <i>oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda... ..	66
Tabel 8. Uji Analisis Varian.....	67
Tabel 9. Kandungan Antosianin $\lambda 510$ Daun Tanaman Pucuk Merah (<i>Syzygium</i> <i>oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda	68
Tabel 10. Hasil Uji Analisis Varian (ANOVA).....	70
Tabel 11. Hasil BNT/LSD.....	70
Tabel 12. Kandungan Sntosianin $\lambda 700$ Daun Tanaman Pucuk Merah (<i>Syzygium</i> <i>oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda	70
Tabel 13. Uji Kruskal-Wallis.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Tanaman Pucuk Merah.....	16
Gambar2. Bunga Pucuk Merah..	17
Gambar3.Bakal Buah Pucuk Merah.....	18
Gambar 4. Buah Pucuk Merah...	18
Gambar 5. Struktur Klorofil beserta Bagian-bagiannya..	21
Gambar 6. Struktur Klorofil.....	25
Gambar 7.Klorofil a dan Klorofil b.....	26
Gambar 8. Betakaroten.....	28
Gambar 9. Saluran Eksitasi dari Sistem Antena Pusat ke Pusat Reaksi...	29
Gambar 10.Jalur Biosintesis Klorofil.....	32
Gambar 11.Struktur Antosianidin dan Antosianin.....	37
Gambar 12.Struktur Antosianin pada Kondisi pH yang Berbeda..	40
Gambar 13.Skema alat spektrofotometer UV- vis..	46
Gambar 14.Bagan Kerangka Berpikir.....	49
Gambar 15.Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Klorofil a Daun Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.....	63
Gambar 16.Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Klorofil b Daun Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang	

Berbeda.....	65
Gambar 17. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Klorofil Total Daun Pucuk	
Merah (<i>Syzygium oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang	
Berbeda.....	67
Gambar 18. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Antosianin λ 510 Daun Pucuk	
Merah (<i>Syzygium oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang	
Berbeda.. ..	69
Gambar 19. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Antosianin λ 700 Daun Pucuk	
Merah (<i>Syzygium oleana</i>) pada Tingkat Perkembangan Daun yang	
Berbeda.. ..	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Absorbansi Klorofil dari Alat Spektrofotometer	
UV-vis	103
Lampiran 2. Kandungan Klorofil pada Daun.....	104
Lampiran 3. Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total..	119
Lampiran 4. Hasil Absorbansi Antosianin dari Alat Spektrofotometer.....	124
Lampiran 5. Total Kandungan Senyawa Antosianin Daun Pucuk Merah.	125
Lampiran 6. Kandungan Antosianin pada Panjang Gelombang 510 nm..	127
Lampiran 7. Kandungan Total Antosianin Daun Pucuk Merah.....	129
Lampiran 8. Kandungan Antosianin pada Panjang Gelombang 700 nm..	131
Lampiran 9. Foto Pengamatan Klorofil dan Antosianin..	133
Lampiran 10. Silabus	144
Lampiran 11. Panduan Praktikum.....	152

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor luar dan faktor dalam.¹ Faktor-faktor luar tersebut seperti tanah, kelembapan, cahaya, dan air. Sedangkan faktor-faktor dari dalam antara lain faktor genetik, hormon, struktur anatomi dan morfologi organ tanaman beserta kandungan klorofilnya.² Salah satu bagian dari organ tumbuhan yang mengalami perkembangan adalah daun.³ Daun pada tanaman mengandung berbagai zat gizi maupun non-gizi (metabolit sekunder), berupa vitamin, mineral, serat pangan, betakaroten dan klorofil.⁴

Daun biasanya berwarna hijau yang disebut klorofil.⁵ Klorofil ialah suatu pigmen berwarna hijau yang terdapat di dalam kloroplas.⁶ Pada tanaman tingkat tinggi,

¹ Rendi Rohmatul Maulid dan Ainun Nikamati Laily, “Kadar Pigmen Klorofil dan Senyawa Antosianin Ekstrak Daun Kestuba (*Euphorbia pulcherrima*) Berdasarkan Umur Daun”, (makalah yang disampaikan pada :*Seminar Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, Malang, 2015), h. 225.

² Tia Setiawati, dkk., “Analisis Kadar Klorofil dan Luas Daun Lampeni (*Ardisia Humilis* Thunberg) pada Tingkat Perkembangan yang Berbeda di Cagar Alam Pengandaran”, (Makalah yang disampaikan pada :*Prosiding Seminar Nasional MIPA ISBN 978-602-72216-1-2016*, Bandung, 2016), h. 122.

³ Tia Setiawati, dkk., *Ibid.*, h.122.

⁴ Nurdin, dkk. “Kandungan Klorofil Berbagai Jenis Daun Tanaman dan Cu-Turunan Klorofil Serta Karakteristik Fisiko-Kimianya”, *Jurnal Gizi dan Pangan*, 4(1): 13 – 19(Maret 2009), h. 13.

⁵ Sarngadi Palgunadi dan Yulanda Almandatya, “Klasifikasi Kualitas Kesehatan Daun Mangga Berdasarkan Warna Citra Daun”, (Surakarta :*Prosiding SNST ke-5 tahun 2014*), h. 56.

⁶ Rendi Rohmatul Maulid dan Ainun Nikamati Laily. *Loc. cit.*, h. 1.

bagian kloroplas terdapat pada jaringan parenkim palisade dan parenkim spons pada daun. Kloroplas memiliki pigmen utama dari klorofil serta karotenoid dan xantofil yang terdapat pada membran tilakoid.⁷ Di dalam kloroplas terdapat suatu sistem bermembran yang berbentuk kantong-kantong pipih dan saling berhubungan, disebut dengan tilakoid.⁸ Adapun fungsi dari kloroplas yaitu berperan dalam proses fotosintesis dan pada kebanyakan tumbuhan kloroplas juga berfungsi dalam pembentukan pati dari karbohidrat terlarut dari hasil fotosintesis, serta dapat melarutkannya kembali.⁹

Terdapat dua jenis klorofil yang berada pada sebagian besar tumbuhan khususnya tumbuhan tingkat tinggi, yaitu klorofil a dan klorofil b.¹⁰ Klorofil a berperan dalam reaksi perubahan energi radiasi matahari menjadi energi kimia serta menyerap dan mengangkut energi ke pusat reaksi molekul, sedangkan klorofil b sebagai penyerap energi matahari yang diteruskan ke klorofil a.¹¹ Klorofil merupakan suatu pigmen yang dapat menyerap sinar berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata (visibel) seperti sinar matahari.¹² Kandungan klorofil dapat diukur dengan menggunakan suatu alat yang di kenal dengan alat spektrofotometer.¹³

⁷Lusiana Sumhenda, dkk., “Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda”. *Jurnal Bioslogos* Vol. 1 No. 1 (Agustus 2011), h.1.

⁸ Neil A. Campbell, dkk., *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*, (Jakarta : Erlangga, 2010), h. 119.

⁹ Estiti B. Hidayat, *Anatomi Tumbuhan Berbiji*, (Bandung :Penerbit ITB, 1995), h. 22.

¹⁰ Ahmad Fajar, Ratna Ibrahim, dan Eko Nurcahaya Dewi, “Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil, Beta Karoten, dan Caulerpin Alga Hijau (*Caulerpa racemosa*) pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda”. *Jurnal Pengolahan Bioteknologi Hasil Perikanan* Vol. 3 No. 1 (Tahun 2014), h. 2.

¹¹ Nurhaini Mashud dan Farida Octavia, “Karakter Fisiologi Daun Aren Varietas *Akel Toumung*”. *Jurnal B. Palma* Vol. 16 No. 1 49-56 (juni 2015), h. 50.

¹² John W. Kimball, *Biologi*, (Jakarta : Penerbit Erlangga, 1983), h.174.

¹³ Lusiana Sumenda, dkk., *Op. cit.*, h. 21.

Fotosintesis terjadi karena pada tanaman mengalami proses penyerapan energi foton dari sinar matahari, dan juga fotosintesis merupakan asimilasi zat karbon dimana zat-zat anorganik H_2O dan CO_2 akan diubah menjadi zat organik.¹⁴ Kemampuan daun untuk berfotosintesis akan meningkat pada awal perkembangan daun, kemudian menurun, kadang sebelum daun tersebut berkembang penuh. Maka laju fotosintesis dapat dipengaruhi oleh tingkat perkembangan daun yang berbeda. Sehingga daun mengalami senescence atau hilangnya kemampuan untuk berfotosintesis dikarenakan hilangnya fungsi kloroplas.¹⁵

Allah SWT berfirman dalam Qs. Yasin ayat 80 yang berbunyi :

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ ﴿٨٠﴾

Artinya : “ (Allah) yang menjadikan untuk kamu api dari kayu yang hijau, maka kamu (dapat) menyalakan (api) darinya (kayu hijau itu)”.¹⁶

Ayat tersebut mengisyaratkan tentang kandungan klorofil pada tumbuhan. Allah SWT yang menciptakan api dari pohon hijau setelah mengalami pengeringan. Kekuatan cahaya matahari dapat berpindah kedalam tumbuh-tumbuhan yang mengandung zat hijau daun akan menyerap karbondioksida dari udara. Sebagai akibat dari interaksi antara gas karbondioksida dan air yang diserap oleh tumbuhan dari dalam tanah, akan menghasilkan karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari.

¹⁴ Papip Handoko dan Yunie Fajariyanti, “Pengaruh Spektrum Cahaya Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air *Hydrilla verticillata*” (Makalah yang diseminarkan pada *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, Kediri ,2013), h.4.

¹⁵ Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta : Raja Grafindo Persada, 2012), h. 156-157.

¹⁶ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahan*, (Jawa barat: Diponegoro,2010), h. 445.

Kemudian terbentuklah kayu yang pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen kimiawi yang mengandung unsur-unsur berupa karbon, hidrogen dan oksigen. Dari kayu tersebut, manusia kemudian membuat arang yang digunakan sebagai bahan bakar. Daya yang tersimpan dalam arang akan keluar ketika arang terbakar. Maka daya tersebut dimanfaatkan untuk keperluan memasak, penghangatan, penerangan, dan lain-lain. Batu bara merupakan pepohonan yang tumbuh dan besar melalui proses asimilasi sinar matahari, selanjutnya mengalami penghangatan dengan cara tertentu hingga berubah menjadi batu bara setelah berjuta tahun lamanya akibat pengaruh dari faktor geologi seperti panas, tekanan udara dan lain sebagainya. Perlu diketahui bahwa kata “akhdlar” (‘hijau’) memiliki makna tersendiri. Frasa “min al- syafar al- akhdlar” artinya ‘dari pohon yang hijau’ itu justru menunjuk kepada zat hijau daun yang sangat diperlukan dalam proses asimilasi gas karbondioksida.¹⁷

“Biosintesis pigmen klorofil dan senyawa antosianin dikendalikan oleh aktivitas beberapa enzim. Aktivitas enzim tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, pH tanah, cahaya dan unsur hara. Efek cahaya dapat meningkatkan kerja enzim yang berperan dalam sintesis klorofil. Klorofilase merupakan enzim yang berperan dalam mengkatalisis protoklorofilid a. Perubahan protoklorofilid menjadi protoklorofilid a pada tumbuhan mutlak membutuhkan cahaya”.¹⁸

¹⁷ TafsirQ.com (on-line), tersdia di :<https://tafsirq.com/36-ya-sin/ayat-80#tafsir-quraish-shihab> (diakses pada 12 Februari 2018, 06:30).

¹⁸ Hasidah, Mukarlina dan Diah Wulandari Wousdy, “Kandungan Pigmen Klorofil, Karotenoid dan Antosianin Daun *Caladium*”. *Jurnal Protobion*, Vol. 6 No. 2 : 29-39, (2017), h. 33-34.

Antosianin merupakan metabolit sekunder dari famili flavonoid, dalam jumlah besar terdapat pada buah dan sayuran.¹⁹ Flavonoid merupakan pigmen alami pada tumbuhan yang dapat larut dalam air.²⁰ Antosianin dapat larut dalam pelarut polar seperti methanol, etanol, aseton, dan air yang diasamkan oleh asam klorida atau asam format.²¹ Senyawa antosianin memiliki kepolaran yang relatif sama dengan etanol dan methanol karena keduanya sama-sama bersifat polar. Namun pada hasil penelitian tentang efektivitas penggunaan jenis pelarut dalam mengekstraksi pigmen antosianin kelopak bunga rosella menyatakan bahwa penggunaan etanol menghasilkan total antosianin yang lebih tinggi dibandingkan dengan methanol, dimana etanol memiliki tingkat kepolaran yang relatif sama dengan polaritas pigmen antosianin kelopak bunga rosella.²²

Pelarut dapat berpenetrasi dengan baik terhadap sampel, volume pelarut yang lebih besar dapat mengekstrak zat dalam sampel lebih banyak. Seperti pada hasil penelitian terhadap kajian konsentrasi pelarut aseton dan lama waktu maserasi terhadap karakteristik pigmen karotenoid buah campaloni (*Pouteria campechiana*) sebagai zat warna alami, yang menyatakan bahwa semakin tinggi proporsi pelarut aseton yang digunakan maka akan meningkatkan kadar karotenoid total yang

¹⁹ Laura Olivia Siahaan,dkk., “Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) dengan Pelarut Etanol”. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 3, No. 3 (September 2014), h. 32

²⁰Rendi Rohmatul Maulid dan Ainun Nikamti Laily. *Loc. cit.*, h. 225.

²¹Laura Olivia Siahaan,dkk., *Op. cit.*, h. 33.

²²Ryan Moulana, dkk., “Efektivitas Penggunaan Jenis Pelarut dan Asam dalam Proses Ekstraksi Pigmen Antiosianin Kelopak Bunga Rosella”. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* Vol. (4) No.3,(2012), h. 22.

dihasilkan sedangkan bahan pelarut yang proporsinya rendah kurang maksimal dalam melarutkan sampel yang akan diteliti.²³

Pada umumnya antosianin sering ditemukan pada bunga yang fungsinya untuk menarik perhatian burung atau serangga yang membawa serbuk sari dari satu tumbuhan ke tumbuhan lain. Kestabilan antosianin dipengaruhi oleh suhu, degradasi senyawa antosianin cenderung meningkat selama proses penyimpanan yang diiringi oleh kenaikan suhu.²⁴ Senyawa antosianin akan lebih stabil pada larutan asam dengan nilai pH yang rendah dibandingkan dengan larutan basa pada pH tinggi.²⁵

Seperti hasil penelitian sebelumnya mengenai konsentrasi total senyawa antosianin ekstrak kelopak rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) : pengaruh temperatur dan pH, menyatakan bahwa pemanasan ekstrak bunga rosella baik dilakukan pada suhu < 60°C dan pH < 3.²⁶ Selain itu, telah diketahui bahwa total antosianin ekstrak daun jati pada pH 3 tidak berbeda nyata dengan kontrol sedangkan untuk perlakuan pH 5 dan 7 berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa antosianin lebih stabil pada pH asam dari pada kondisi basa atau netral. Kemudian penurunan total antosianin daun jati juga dipengaruhi oleh perlakuan suhu. Semakin tinggi suhu

²³ Melia Fajar Juniarti, “Kajian Konsentrasi Pelarut Aseton dan Lama Waktu Maserasi Terhadap Karakteristik Pigmen Karetinoid Buah Campaloni (*Pouteria campechiana*) sebagai Zat Warna Alami”. (Artikel pada Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung, 2016), h. 5.

²⁴ Hayati E.K., Budi U. S., dan Hermawan, R., “Konsentrasi Total Senyawa Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.): Pengaruh Temperature dan pH”. *Jurnal Kimia* Vol. 6 No. 2 : 138-147 (Juli 2012), H.139.

²⁵ Meinzy Suzery, Sri Lestari, dan Bambang Cahyono, “Penentuan Total Antosianin dan Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) dengan Metode Maserasi dan Sokshletasi”. *Jurnal Sains dan Matematika* Vol. 18 No. 1 (Januari 2010), h. 2.

²⁶ Hayati E.K., Budi U. S., dan Hermawan, R. *Op. cit.* h. 146.

pemanasan maka total antosianin akan menurun.²⁷ Adlis Santosi (2013) melaporkan hasil yang serupa bahwa kestabilan antosianin pada buah pucuk merah berkisar antara pH 1-3, dan persen degradasi terhadap pengaruh suhu meningkat secara nyata pada kisaran suhu 75⁰C dan atasnya.²⁸ Terkait hal itu, senyawa antosianin pada daun pucuk merah belum di ketahui secara detail mengenai metode ekstraksi yang cocok untuk menjaga kestabilan antosianin agar tidak mudah terdegradasi akibat pH dan suhu. Maka diperlukan penelitian yang lebih lanjut mengenai pengaruh kisaran pH dan suhu pada proses ekstraksi daun pucuk merah.

Firman Allah SWT pada surat Al- Mujaadalah ayat ke 11 mengenai ilmu yang bermanfaat dan Allah SWT akan meninggikan derajat orang-orang yang berilmu seperti ayat berikut ini yang berbunyi :

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اِذَا قِيْلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوْا فِى الْمَجٰلِسِ فَلَفَسَحُوْا يَفْسَحِ اللّٰهُ لَكُمْ ؕ وَاِذَا قِيْلَ اَنْشُرُوْا فَاَنْشُرُوْا يَرْفَعُ اللّٰهُ الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا مِنْكُمْ وَالَّذِيْنَ اٰتَوْا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍ ۚ وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِيْرٌ ﴿١١﴾

Artinya : “ Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu, “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberikan kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan, “Berdirilah kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi

²⁷ Fathinatullabibah, Kawiji, dan Lia Umi Khasanah, “Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (*Tectona grandis*) terhadap Perlakuan pH dan Suhu”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* Vol. 3 No. 2, (2014), h. 61-63.

²⁸ Adlis Santoni, Djawir Darwis, dan Sukmaning Syahri, “Isolasi Antosianin dari Buah Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum* Korth.) Serta Pengujian Antioksidan dan Aplikasi Sebagai Pewarna Alami”.(Makalah yang di sampaikan pada *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2013), h.9.

ilmu beberapa derajat. Dan Allah Maha Teliti apa yang kamu kerjakan.”²⁹

Ayat tersebut memiliki makna seperti berikut (Hai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepada kalian, “Berlapang-lapanglah, berluas-luaslah (dalam majelis)” yaitu majelis tempat Nabi SAW. Berada, dan majelis zikir sehingga orang-orang datang kepada kalian mendapat tempat duduk. Menurut suatu qiraat lafal al-majaalis dibaca al-majlis dalam bentuk mufrad (maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberikan kelapangan untuk kalian) di surga nanti. (Dan apabila dikatakan, “Berdirilah kalian”) untuk melakukan solat dan hal-hal lainnya yang termasuk amal-amal kebaikan (maka berdirilah) menurut qiraat lainnya kedua-duanya dibaca *fansyuzuu* dengan memakai harokat dhomah pada huruf *syin*-nya (niscaya Allah akan meninggikan orang-orang beriman diantara kalian) karena ketaatannya pada hal tersebut (dan) Dia meninggikan pula (orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat) di surga nanti. (Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kalian kerjakan).³⁰

Banyak tanaman di sekitar kita yang memiliki kandungan senyawa antosianin salah satunya seperti tanaman Murbei yang buahnya mengandung senyawa antosinin.³¹ Kemudian kelopak bunga rosella pada tanaman bunga rosella,³² pohon

²⁹ Departemen Agama RI, Al-Qur'an dan Terjemahan, *Op. cit.*, h. 543.

³⁰ TafsirQ.com (On-Line), Tersedia di : <https://tafsirq.com/58-al-mujadalah/ayat-11#tafsir-jalalayn>, (diakses pada 15 November 2018, 19:15 WIB).

³¹ Aliefa Nur Azmi dan Yunianta, “Ekstraksi Antosianin dari Buah Murbei (*Morus alba* L.) Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Bahan: Pelarut)”. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No. 3,(2015), h. 835.

³² Hayati E.K., Budi U. S., dan Hermawan, R. *Op. cit.* h. 138.

jati seperti pada bagian daunnya,³³ dan juga pada tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) baik pada buahnya atau pada bagian daunnya.³⁴ Tanaman yang akan dibahas pada penelitian ini adalah pucuk merah.

Tanaman pucuk merah merupakan jenis tanaman hias yang tergolong family *Myrtaceae*. Saat ini tanaman pucuk merah sudah marak di Indonesia sehingga keberadaannya dapat ditemui di tepi-tepi jalan atau dijadikan sebagai tanaman hias yang ditanam dalam pot, tanaman pucuk merah sudah tersebar baik di daerah perkotaan atau perkampungan. Nama pucuk merah pada tumbuhan ini dikarenakan pada bagian pucuk daun warnanya merah menyala, sehingga warna inilah yang menjadi daya tarik terhadap tanaman hias tersebut.³⁵ Pucuk merah masih termasuk kedalam famili yang sama dengan tanaman cengkih, dan juga masih satu famili dengan tanaman lainnya seperti kayu putih, *silver dollar*, kelat, salam, eukaliptus, dan ruk yang telah diketahui memiliki kandungan minyak atsiri.³⁶

Pada umumnya daun pada tumbuhan memiliki warna hijau, meskipun pada beberapa jenis daun tumbuhan memiliki warna lain selain hijau.³⁷ Tanaman pucuk merah menunjukkan perbedaan warna dalam pertumbuhan daunnya. Daun pada

³³ Fathinatullabibah, Kawiji, dan Lia Umi Khasanah, *Op. cit.*, h. 60.

³⁴ Adlis Santoni, Djawir Darwis, dan Sukmaning Syahri, *Op. cit.*, 1.

³⁵ Feni Srawati dan Abdul Muis, "Analisis Pemasaran Tanaman Hias Pucuk Merah (*oleana Syzygium*) pada Usaha Kembang Asri di Kota Palu". *Jurnal Agroland* Vol. 24 No. 2 : 155-162 (Agustus 2017), h. 156.

³⁶ Fahrul Rozi Sembiring, Rudianda Sulaeman, dan Evi Sri Budiaan, "Karaktersitik Minyak Atsiri dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum* Korth.)". *Jurnal Ilmu-ilmu Kehutanan* Vol. 1 No. 1,(2017), h. 2.

³⁷ Dewi Rosanti, *Morfologi Tumbuhan*, (Jakarta : Erlangga, 2013), h. 2.

bagian pucuk biasanya berwarna kemerahan, daun muda berwarna hijau kecoklatan, dan daun yang tua berwarna hijau tua. Perbedaan warna daun tersebut menunjukkan adanya perbedaan kandungan pigmen pada daun, termasuk pigmen klorofil dan antosianin.³⁸ Berdasarkan pengamatan secara visual, warna daun berubah menjadi hijau sangat tua sejalan dengan bertambahnya umur daun tersebut. Warna hijau pada daun erat kaitannya dengan kandungan klorofil. Pada umumnya, semakin tua daun suatu tanaman maka hijau warna daun akan semakin tinggi kandungan klorofilnya. Dan juga hal ini berkaitan dengan adanya perbedaan kadar klorofil pada setiap tingkat perkembangan daun.³⁹

Firman Allah SWT surat Al-An'am ayat 59 yang berbunyi :

وَعِنْدَهُ مَفَاتِحُ الْغَيْبِ لَا يَعْلَمُهَا إِلَّا هُوَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَمَا تَسْقُطُ مِنْ وَرَقَةٍ إِلَّا يَعْلَمُهَا وَلَا حَبَّةٌ فِي ظُلْمَةٍ أَوْ لَوْحَةٍ أَوْ رَطْبٍ وَلَا يَابِسٍ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿٥٩﴾

Artinya : “Dan pada sisi Allah-lah kunci-kunci semua yang ghaib; tidak ada yang mengetahuinya kecuali Dia sendiri, dan Dia mengetahui apa yang di daratan dan di lautan, dan tiada sehelai daun pun yang gugur melainkan Dia mengetahuinya (pula), dan tidak jatuh sebutir biji-pun dalam kegelapan bumi, dan tidak sesuatu yang basah atau yang kering, melainkan tertulis dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfudz).”⁴⁰

Ayat tersebut menjelaskan bahwa (dan pada sisi Allah-lah) Yang Maha Luhur (kunci-kunci semua yang ghaib) simpanan ilmu ghaib atau jalan-jalan yang mengantarkan kepada pengetahuan tentangnya (tidak ada yang mengetahui kecuali

³⁸Rendi Rohmatul Mauled dan Ainun Nikamti Laily, *Op. cit.*, h. 226.

³⁹TiaSetiawati,dkk.,*Op. cit.*, h. 123.

⁴⁰Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahan*, *Op. cit.*, h. 133.

Allah SWT sendiri) ilmu tentang keghaiban itu ada lima macam; mengenai penjelasan telah dikemukakan dalam surat Luqman ayat 34, yaitu firman-Nya, “Sesungguhnya Allah SWT hanya pada sisi-Nya sejalan pengetahuan tentang hari kiamat... sampai akhir ayat.” Demikianlah menurut riwayat Imam Bukhari (dan Dia mengetahui apa) yang terjadi (di darat) permukaan bumi (dan di lautan) perkampungan yang berada di atas sungai-sungai (dan tidak sehelai daun pun yang gugur) huruf mim adalah zaidah / tambahan (melainkan Dia mengetahuinya pula, dan tidak jatuh sebutir bijipun dalam kegelapan bumi dan tidak sesuatu yang basah atau kering) diathafkan kepada lafal waraqatin (melainkan tertulis dalam kitab yang nyata) yakni Lauh Mahfudz.⁴¹

Telah dilaporkan bahwa kandungan klorofil daun lampeni berbeda antara tingkat perkembangan daunnya.⁴² Kandungan klorofil daun mangga berbeda antara daun pucuk, daun muda dan daun yang tua.⁴³ Kemudian kandungan klorofil pada daun gandasuli terhadap tiga daerah perkembangan daun yaitu daerah ujung, tengah dan pangkal menunjukkan hasil yang berbeda.⁴⁴ Penelitian mengenai kandungan pigmen klorofil dan antosianin daun pucuk merah pada tingkat perkembangan daun yang berbeda masih sangat terbatas, maka dari itu dilakukan penelitian ini agar dapat

⁴¹ tafsirQ.com (On-line), tersedia di: <https://tafsirq.com/6-Al-An'am/ayat-59#tafsir-jalalayn> (diakses pada 12 Februari 2018, 07:00).

⁴²Tia Setia Wati, dkk. *Op. cit.*, h. 123.

⁴³Lusia Sumenda, dkk. *Op. cit.*, h. 3.

⁴⁴Andi Jaya Pratama dan Ainun Nikmati Laily, “Analisis Kandungan Klorofil Gandasuli (*Hedychium gardnerianum* Shephart ex Ker-Gawl) pada Tiga Daerah Perkembangan Daun yang Berbeda”. (Makalah yang disampaikan pada *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, 2015), h. 218.

memberikan informasi dan pembandingan bagi penelitian mengenai kandungan klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah selanjutnya. Adanya perbedaan kandungan pigmen klorofil pada tingkatan daun yang berbeda menyebabkan perlu diketahui apakah posisi daun pucuk merah dapat mempengaruhi kandungan pigmen klorofil dan senyawa antosianin. Penelitian ini juga tidak terlepas dari peran teknologi seperti apa yang dapat mendukung keberhasilan dalam melakukan pengamatan. Dengan demikian penelitian ini berjudul **Analisis Kandungan Klorofil dan Senyawa Antosianin Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Belum diketahui secara detail mengenai metode ekstraksi yang baik untuk mengurangi resiko degradasi atau mengalami kerusakan antosianin akibat pengaruh pH dan suhu pada daun pucuk merah.
2. Belum diketahui apakah posisi daun pucuk merah dapat mempengaruhi kandungan pigmen klorofil dan senyawa antosianin.
3. Belum adanya penelitian mengenai kadar pigmen klorofil dan senyawa antosianin pada daun pucuk merah berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh :

1. Penelitian ini akan menganalisis kandungan klorofil dan senyawa antosianin pada daun pucuk merah berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.
2. Penelitian ini menggunakan tingkat perkembangan daun yang berbeda pada daun pucuk merah.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Berapakah kadar kandungan klorofil daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada tingkatan daun yang berbeda?
2. Berapakah kadar kandungan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada tingkatan daun yang berbeda?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk Mengetahui jumlah kadar klorofil daun pucuk merah (*syzygium oleana*).
2. Untuk Mengetahui jumlah senyawa antosianin daun pucuk merah (*syzygium oleana*)

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti

- a. Peneliti dapat memperoleh pengetahuan mengenai kandungan klorofil serta senyawa antosianin pada daun pucuk merah.
- b. Peneliti dapat memperluas pengetahuannya mengenai perbedaan kandungan klorofil dan senyawa antosianin berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda pada pucuk merah (*Syzygium oleana*).

2. Bagi pendidikan

- a. Penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pendidik untuk mengaplikasikan penelitian ilmiah khususnya materi Metabolisme untuk SMA kelas XII MIA/IPA.

3. Bagi masyarakat

- a. Memberikan informasi mengenai kandungan klorofil dan senyawa antosianin pada daun pucuk merah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Botani Tanaman Pucuk Merah

1. Taksonomi

Tanaman pucuk merah memiliki nama latin *Syzygium oleana*. Klasifikasi tanaman pucuk merah adalah sebagai berikut :

Regnum	: Plantae
Phylum	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Rosidae
Ordo	: Myrtales
Family	: Myrtaceae
Genus	: Syzygium
Species	: <i>Syzygium oleana</i> ⁴⁵

Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) adalah tanaman hias populer dari family *Myrtaceae* dengan distribusi asli di Timur Laut India, Myanmar, Thailand, Semenanjung Malaysia, Singapura, Sumatera, Kalimantan dan Filipina. Pohonnya berukuran sedang dan sering ditanam sebagai tanaman pagar karena kanopinya padat dan warna pucuknya kemerahan.⁴⁶

⁴⁵ Center for Invasive Species and Ecosystem Health (On-line), tersedia di: <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=0003011> diakses pada (24 Maret 2018 pukul 01: 15 WIB).

⁴⁶ Nur Aini,dkk, “Uji Toksisitas dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium mortifilium* Walp.) Terhadap Bakteri *Staphilococcus aureus* dan *Escherichia coli*”. *Jurnal Kimia Mulawarman*, Vol. 13 No. 1, (2015), h.35.

2. Morfologi

Pucuk merah merupakan suatu tanaman perdu yang berdaun selalu hijau.⁴⁷ Tanaman ini memiliki beberapa nama lokal yaitu Pokok Kelat Paya (Malaysia), Ubah Laut (Malaysia Timur), *Chinese Red-Wood* (*Chinese*), *Wild Cinnamon*, *Red-lip*, *Australian Brush Cherry* dan *Kelat Oil*.⁴⁸ Pucuk merah atau dengan nama latin *Syzygium oleana* adalah salah satu jenis tanaman tropis yang saat ini tengah populer di Indonesia.⁴⁹



Gambar 1. Tanaman Pucuk Merah (dokumentasi pribadi, 2018)

Tanaman pucuk merah tergolong dalam suku *Myrtales* yang merupakan tanaman perdu, memiliki daun tunggal, bersilang bersusun dalam dua baris dan satu bidang, kebanyakan tanpa daun penumpu.⁵⁰ Pucuk merah termasuk dalam keluarga tanaman

⁴⁷Fahrul Rozi Sembiring, "Ististik Minyak Atsiri Dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium Campanulatum* Korth.)". *Jom Faperta* Vol.2 No.2(Oktober 2015), 2015, h.2.

⁴⁸Nur Aini dkk., *Loc. Cit*, h.35.

⁴⁹ Deselina, M. Fajrin Hidayat dan Ganesya Wiratama, "Keragaan Stek Pucuk *Syzygium oleana* terhadap Pemberian Zat Pengatur Tumbuhan Rootone-F dan Komposisi Media Tanam". *Jurnal Akta Agrosia*, Vol. 18 No. 2 hlm 11-21 (Juli-Desember 2015), h. 12.

⁵⁰ Gembong Tjitrosoepomo. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*, (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2010), h. 219.

Myrtaceae dengan ciri-ciri pohon berukuran sedang yang dapat tumbuh hingga ketinggian 20 m, kanopi padat, kotak dan silinder. Daun umumnya berbentuk elips, halus dan mengkilap, hijau, panjang 3-8 cm. Daun muda berwarna merah cerah dan akan menjadi warna yang lebih ringan jika terkena sinar matahari langsung. Sementara itu batang berwarna coklat. Spesies *oleana* akan tumbuh cepat pada Negara yang menerima cukup air dan sinar matahari langsung. Tanaman ini bisa mencapai ketinggian 3 m dalam waktu kurang dari 4 tahun. Selain itu tanaman ini juga tahan terhadap hama dan penyakit.⁵¹



Gambar 2 . Bunga Pucuk Merah (dokumentasi pribadi, 2018)

Tanaman Pucuk Merah sendiri dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 5 m, tanaman ini memiliki daun lanset tunggal berukuran ± 6 cm dan lebar ± 2 cm dengan posisi daun yang berlawanan. Tanaman ini memiliki buah berbentuk bulat kecil.⁵² Tanaman ini dinamakan pucuk merah karena memiliki daun muda yang berwarna

⁵¹ M. Fitra, et. al., Dye Solar Cell using *Syzygium oleana* Organic Dye, *Journal Of Energy Procedia* 36 (2013) 341-348, h. 343.

⁵² Musri Musman, et. al, "Evaluation of Antihyperglycemic Property from *Syzygium oleana* (Magnoliopsida : Myrtaceae) Pericarp". *Research Journal of Medicinal Plants* Vol. 11 No. 3, hal. 100-106, (2017), h. 101.

merah dan juga memiliki daun tua yang berwarna hijau.⁵³ Warna daunnya bervariasi dari merah cerah, coklat, dan kemudian ke hijau bersamaan dengan perubahan dari muda sampai daun tua.⁵⁴



Gambar 3. Bakal Buah Pucuk Merah (dokumentasi pribadi, 2018)



Gambar 4. Buah Pucuk Merah⁵⁵

Buah pucuk merah (*Syzygium oleana*) berbentuk bulat agak pipih, pada permukaan bagian atas terdapat cekung di bagian tengahnya. Diameter buah pucuk merah $\pm 0,7$ cm, ketika buah sudah masak akan berwarna hitam mengkilat, memiliki rasa manis dengan aroma yang khas. Kandungan antosianin juga terdapat pada buah berwarna merah kehitaman dari tanaman pucuk merah yang bermanfaat

⁵³ Deselina, M. Fajrin Hidayat dan Ganesya Wiratama, *Loc. cit.* h. 12.

⁵⁴ Musri Musman, dkk, *Loc. cit.* h. 101.

⁵⁵ M. Fitra, et. al., *Op. cit.*, h. 343-344.

bagi kesehatan. Biji pucuk merah (*Syzygium oleana*) berbentuk agak bulat, permukaannya tidak rata, berwarna coklat agak keunguan, diameternya $\pm 3-4$ mm.⁵⁶

3. Kandungan Kimia Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Tanaman pucuk merah memiliki kandungan senyawa kimia yang bermanfaat bagi kesehatan.⁵⁷ Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) adalah golongan alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, fenolik, dan flavonoid.⁵⁸ Daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) memiliki warna daun yang berbeda sehingga terdapat perbedaan kandungan senyawa pada daun tersebut. Kandungan yang terdapat pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berupa fenolat, antioksidan flavonoid, dan asam batulinic, yang dapat digunakan sebagai antiangiogenic dan antitumor kandidat, serta sumber baru asam batulinic.⁵⁹ Sebuah penelitian yang dilakukan terhadap genus *Syzygium* menunjukkan adanya aktivitas antihiperurisemia pada beberapa tanaman seperti pada daun salam, bahwa infusa daun salam pada dosis tertentu mampu menurunkan kadar asam urat.⁶⁰

⁵⁶ Lala Widya Nanda, "Analisis Kandungan Klorofil Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) pada Warna Daun yang Berbeda sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas XI". (Skripsi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, 2015), h. 12.

⁵⁷ Retno Juwita, Chairul Saleh, dan Saibun Sitorus, "Uji Aktivitas Antihiperurisemia Dari Daun Hijau Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) terhadap Mencit Jantan (*Mus musculus*)". *Jurnal Atomik* Vol 2 No. 1 hal. 162-168, (2017), h. 162.

⁵⁸ Nur Aini, dkk. *Op. cit.*, h.39.

⁵⁹ Abdalrahim FA Aisha, et. al. "Syzygium campanulatum korth Methanolic Extract Inhibits Angiogenesis and Tumor Growth in Nude Mice". *BMC Complementary and Alternative Medicine* 13: 168, (2013), h. 1.

⁶⁰ Retno Juwita, Chairul Saleh, dan Saibun Sitorus, *Loc. cit.*, h. 162.

B. Klorofil

1. Pengertian Klorofil

Daun tanaman pucuk merah mengandung berbagai zat gizi maupun non-gizi (metabolit sekunder), seperti vitamin, mineral, serat pangan, betakaroten, dan klorofil.⁶¹ Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Pada tumbuhan tingkat tinggi, kloroplas terutama terdapat pada jaringan parenkim palisade dan parenkim spons daun.⁶² Kloroplas sebagaimana jenis plastid lainnya hanya terdapat pada sel tumbuhan dan semua jenis plastid termasuk kloroplas.⁶³ Di dalam kloroplas terdapat suatu membran ganda yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya ion atau senyawa ke dan dari kloroplas.

Kloroplas berasal dari protoplastid kecil (plastid yang belum dewasa, kecil dan hampir tak berwarna, dengan sedikit atau tanpa membran dalam). Protoplastid membelah pada saat embrio berkembang, dan berkembang menjadi kloroplas ketika daun dan batang terbentuk. Tiap kloroplas dikelilingi oleh sistem atau selimut membran ganda yang mengatur lalulintas molekul keluar masuk kloroplas. Pada bagian tertentu kloroplas terdapat tumpukan tilakoid yang disebut grana. Kloroplas memiliki dinding ganda yang berfungsi untuk melindungi bagian dalam, klorofil terdiri dari struktur lamerale protein dan kaya akan stroma. Di dalam kloroplas

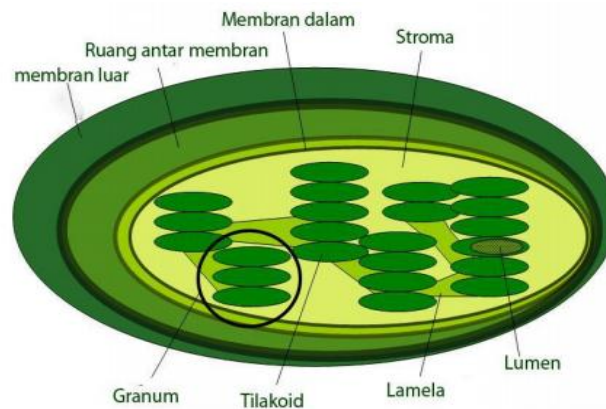
⁶¹ Nurdin,dkk., *Loc. cit.*, h.13.

⁶² Lusiana Sumenda,dkk. *Op. cit.*, h.20.

⁶³ Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta: PT. Grafindo Persada, 2012), h. 12.

terdapat DNA, RNA ribosom dan tentu saja berbagai enzim. Semua molekul ini sebagian besar terdapat di stroma, tempat berlangsungnya transkripsi dan translasi.

DNA kloroplas (genom) terdapat dalam 50 atau lebih lingkaran jalur ganda melilit dalam tiap plastid. Berbagai gen plastid menyandi semua molekul RNA-pemindah (sekitar 30), dan molekul RNA-ribosom (empat) yang digunakan oleh plastid untuk translasi. Kira-kira 85 gen seperti ini menyandi protein yang terlibat dalam transkripsi, translasi dan fotosintesis, tetapi sebagian besar protein pada plastid disandi oleh gen nukleus. Kloroplas DNA, dapat diperoleh dari suatu jenis tanaman hijau, dari alga samapai tumbuhan angiospermae, dan mereka mampu melakukan fotosintesis di dalam sel.⁶⁴



Gambar 5. Struktur Kloroplas beserta Bagian-bagiannya⁶⁵

Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang cahaya yang berlainan (berpendar atau berfluorensis).⁶⁶ Pada tumbuhan

⁶⁴ Eva Sartini Bayu, "Genom Kloroplas". *e-USU Repositori Program Studi Budidaya Perairan Universitas Sumatra Utara*, (2005), h.1.

⁶⁵ Nio Sang Ai dan Yunia Banyo, "Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman". *Jurnal Ilmiah Sains* Vol. 11 No. 2 (2 Oktober 2011), h.168.

⁶⁶ Nio Sang Ai dan Yunia Banyo, *Ibid.*, h.167.

tingkat tinggi, klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen utama fotosintetik, yang berperan menyerap cahaya violet, biru, merah dan memantulkan cahaya hijau⁶⁷. Fungsi vital dari kloroplas adalah sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis.⁶⁸ Kloroplas pada tumbuhan menangkap energi cahaya dari matahari kemudian mengubahnya menjadi suatu energi kimia yang disimpan dalam bentuk gula dan molekul-molekul organik lain, proses perubahan inilah yang disebut dengan proses fotosintesis.⁶⁹ Proses fotosintesis dipengaruhi oleh umur daun dan hal tersebut akan berpengaruh terhadap warna daun, karena pada fotosintesis terdapat pigmen yang berhubungan dengan warna daun.⁷⁰

“Berdasarkan pengamatan visual, warna daun berubah menjadi hijau sangat tua sejalan dengan bertambahnya umur daun. Warna hijau daun sangat berkaitan erat dengan kandungan klorofil pada umumnya, semakin tua daun maka warna daunpun akan lebih hijau dan akan semakin tinggi kandungan klorofilnya. Hal ini berhubungan dengan adanya perbedaan kadar klorofil pada setiap tingkatan perkembangan daun”.⁷¹

Menurut hasil penelitian dari Ainun Nasikah, dkk. tentang pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap perubahan warna daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) menyatakan bahwa tanaman akan sentiasa tumbuh dan pucuk-pucuk daun akan muncul di ujung cabang. Tanaman muda pada umumnya memerlukan intensitas cahaya yang relatif rendah, akibatnya aktifitas fotosintesis pada tanaman tidak maksimum yang menyebabkan warna daun muda biasanya berwarna lebih pucat di

⁶⁷ Lusiana Sumenda. *Op. Cit.* h.21.

⁶⁸ Benyamin Lakitan, *Op. Cit.*, h.15.

⁶⁹ Neil A. Campbell. *Op. Cit.*, h.200.

⁷⁰ Ainun Nasikah, dkk., “Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari terhadap Perubahan Warna Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)”. (Proposal Penelitian Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, 2014), h. 10.

⁷¹ Tia setiawati, dkk.. *Op. cit.*, h.123.

bandingkan warna daun yang lebih tua. Daun dengan umur muda akan berubah menjadi warna daun yang lebih hijau. Hal ini terkait dengan jumlah nutrisi yang didistribusikan ke daun. Daun yang mengalami penuaan akan cenderung menerima nutrisi yang paling banyak, sehingga daun tua mendapat lebih banyak klorofil. Oleh sebab itu warna daun yang berumur tua lebih hijau.⁷²

Berikut ini terdapat beberapa ayat dalam Al-Qur'an surat Al-Waqi'ah 56 (71-74) yang menjelaskan tentang klorofil pada tumbuhan, yaitu :

أَفَرَأَيْتُمُ النَّارَ الَّتِي تُورُونَ ﴿٧١﴾ ءَأَنْتُمْ أَنْشَأْتُمْ شَجَرَتَهَا أَمْ خُنُ الْمُنْشُوتِ ﴿٧٢﴾ خُنُ جَعَلْنَاهَا تَذِكْرَةً وَفِتْنَةً لِلْمُؤْمِنِينَ ﴿٧٣﴾ فَسَبِّحْ بِاسْمِ رَبِّكَ الْعَظِيمِ ﴿٧٤﴾

Artinya :

71. Maka pernahkah kamu memperhatikan tentang api yang kamu nyalakan (dengan kayu)?
72. Kamukah yang menumbuhkan kayu itu atautkah Kami yang menumbuhkan?
73. Kami menjadikannya (api itu) untuk peringatan dan bahan yang berguna bagi musafir.
74. Maka bertasbihlah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang Maha Besar.⁷³

Berdasarkan ayat di atas dapat ditafsirkan bahwa (Maka terangkanlah kepada-Ku tentang api yang kalian nyalakan) yang kalian keluarkan dari gosokan-gosokan kayu yang hijau.⁷⁴ (Kaliankah yang menjadikan kayu itu) yang dimaksud adalah pohon Marakh dan pohon 'Affar yang kayunya dapat dijadikan sebagai pemantik api (atau

⁷² Ainun Nasikah,dkk., *Loc. cit.*, h. 10.

⁷³ Departemen Agama RI, Al-Qur'an dan Terjemahan, *Op. cit.*, h.536.

⁷⁴ TafsirQ.com (On-Line), tersedia di : <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-71#tafsir-jalalyn> (diakses pada 11 November 2018, 01:19 WIB).

kamakah yang menjadikannya?).⁷⁵ (Kami menjadikan api itu untuk peringatan) yakni mengingatkan tentang neraka jahanam (dan sebagai bekal) dalam perjalanan (bagi orang-orang yang mengadakan perjalanan) diambil dari lafal Aqmul Qaumu, yakni kaum itu kini berada di padang pasir yang tandus, tiada tumbuh-tumbuhan dan air padanya.⁷⁶ (Maka Bertasbihlah) artinya, Maha Sucikanlah (dengan menyebut nama) huruf Ba di sini adalah Zaidah (Rabb-Mu Yang Maha Besar) yakni Allah Yang Maha Besar.⁷⁷

Qur'an Surat Al-Waqi'ah 52: 71-74 telah menjelaskan tentang tanaman hijau yang dapat untuk menyalakan api atau memberikan energi atau tenaga, yang menunjukkan jalan bagi kita akan peran yang azasi dan mustahak dari zat hijau daun atau klorofil dalam siklus tenaga global (*the global energy cycle*) atau siklus karbon (*carbon cycle*), yang berperan sebagai agen paling utama dalam mengubah tenaga dari radiasi elektromagnetik menjadi wujud tenaga yang bisa dipakai dan dimanfaatkan bagi kehidupan manusia.⁷⁸

2. Struktur Kimia Klorofil

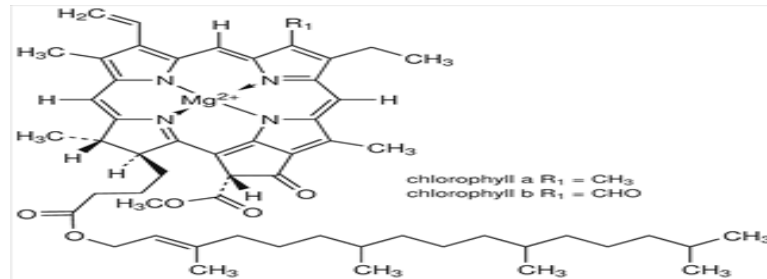
Tanaman tingkat tinggi mempunyai dua macam klorofil yaitu klorofil a yang berwarna hijau tua dan klorofil b yang berwarna hijau muda.

⁷⁵ TafsirQ.com (On-Line), tersedia di : <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-72> (diakses pada 11 November 2018, 01:20 WIB).

⁷⁶ TafsirQ.com (On-Line), tersedia di : <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-73> (diakses pada 11 November 2018, 01:20 WIB).

⁷⁷ TafsirQ.com (On-Line), Tersedia di : <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-74> (diakses pada 11 November 2018, 01 : 33 WIB).

⁷⁸ Agus S. Djamil dan M. Jandra Janan, Analisa Paralellitas Yaasin 36:80 dan Al-Waqi'ah 56:71-74 dengan Tumbuhan Hijau dan Api..., h. 15.

Gambar 6. Struktur Klorofil⁷⁹Tabel 1. Perbandingan pigmen klorofil a dan b⁸⁰

Aspek	Klorofil a	Klorofil b
Rumus kimia	$\text{C}_{55} \text{H}_{72} \text{O}_5 \text{N}_4 \text{Mg}$	$\text{C}_{55} \text{H}_{70} \text{O}_6 \text{N}_4 \text{Mg}$
Gugus pengikat	CH_3	CH
Cahaya yang diserap	Cahaya biru-violet dan merah	Cahaya biru dan oranye
Absorpsi maksimum	Pada λ 673 nm	Pada λ 455-640 nm

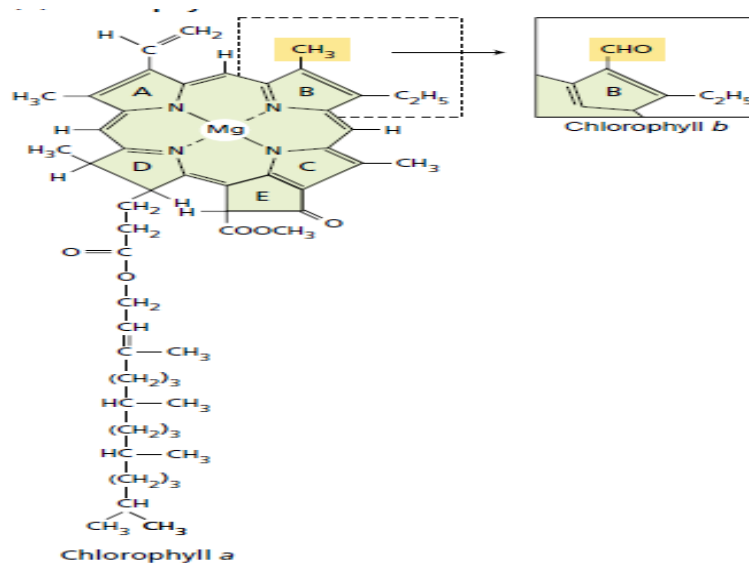
Perbedaan Struktur dan pigmen pada klorofil a dan klorofil b dapat berpengaruh terhadap penyerapan gelombang cahaya dan kemampuan klorofil dalam menangkap energi cahaya. Struktur klorofil a dan klorofil b hampir sama, yang membedakan adalah gugus pengikat yang terdapat pada masing-masing klorofil tersebut.⁸¹ Selain Pigmen klorofil a, molekul lain dalam organism fotosintetis juga menyerap cahaya di daerah yang terlihat. Jika molekul-molekul ini melewati aksitasi elektronik ke klorofil

⁷⁹ Nio Sang Ai dan Yunia Banyo, *Op. Cit.*, h. 169.

⁸⁰ Nio Sang Ai dan Yunia Banyo, *Ibid.*, h. 168.

⁸¹ Lala Widya Nanda, *Op. cit.*, h. 23.

a (atau ke BChl a), mereka disebut sebagai pigmen aksesoris atau pigmen pembantu. Secara khusus, klorofil b merupakan pigmen aksesoris penting yang sama pentingnya dengan klorofil a dalam daun. Pita serapan merahnya terjadi pada panjang gelombang sedikit lebih pendek dari pada pita merah klorofil a dan pita serapannya terjadi pada panjang gelombang yang sedikit lebih panjang, sehingga membantu menyerap panjang gelombang yang secara substansial tidak diserap oleh klorofil a. Selain klorofil b, terdapat dua kelompok lain dari pigmen aksesoris yang penting untuk fotosintesis yaitu karotenoid dan phycobilins. Kedua pigmen tersebut dapat menyerap cahaya kuning atau hijau, panjang gelombang yang penyerapannya pada klorofil a tidak substansial.



Gambar 7. Klorofil a dan Klorofil b⁸²

⁸² Lincoln Taiz dan Eduardo Zeiger, "Plant Physiology". (Sunderland : Sinauer Associate, 2002), h. 114.

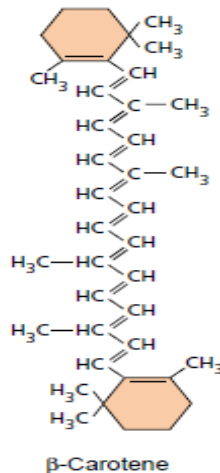
Studi fluorensis telah menunjukkan urutan pemindahan eksitasi ke dan dari pigmen aksesoris. Mislanya cahaya yang diserap oleh karotenoid, phycobilins, dan klorofil b mengarah ke fluorensi klorofil a. Namun, cahaya yang diserap oleh klorofil a tidak mengarah ke fluorensis pigmen aksesoris, hal itu menunjukkan bahwa energi eksitasi tidak ditransfer dari klorofil a ke pigmen aksesoris. Dengan demikian, pigmen aksesoris dapat meningkatkan penggunaan fotosintesis dari cahaya putih dan sinar matahari dengan menyerap pada panjang gelombang dimana klorofil a penyerapannya rendah. Eksitasi kemudian ditransfer ke klorofil a sebelum proses reaksi fotokimia berlangsung.⁸³

Pigmen utama pada daun suatu tanaman seperti klorofil mampu menyerap cahaya merah dan biru sedangkan karotenoid menyerap sebagian besar warna biru dan sedikit pada spektrum warna hijau. Warna dominan yang dipantulkan atau ditransmisikan oleh daun adalah warna hijau dan kuning. Pada musim gugur, klorofil yang terdapat pada daun tanaman yang gugur dapat memutih dan biasanya tidak tergantikan, sehingga mengurangi penyerapan di daerah merah dan biru, karotenoid yang tersisa hanya menyerap di daerah biru dan hijau, yang umumnya dikenal dengan musim gugur. Warna daun seperti itu, yaitu oranye, kuning dan merah.

Hewan tampaknya tidak mensintesis karotenoid (hanya tanaman, ganggang, beberapa bakteri, dan beberapa jamur). Oleh karena itu, burung berwarna merah cerah seperti burung kenari dan flamingo, memperoleh warna kuning atau kemerahan

⁸³ Park S. Nobel, "Physicochemical and Environmental Plant Physiology" (London : Academic Press an Imprint of Elsevier, 2009), h. 238.

dari karotenoid berasal dari tanaman dan organisme tertentu lainnya yang mereka makan. Karotenoid yang terlibat dalam fotosintesis akan terikat dan membantu menstabilkan kompleks klorofil-protein, yang terjadi pada membran lamela kloroplas.



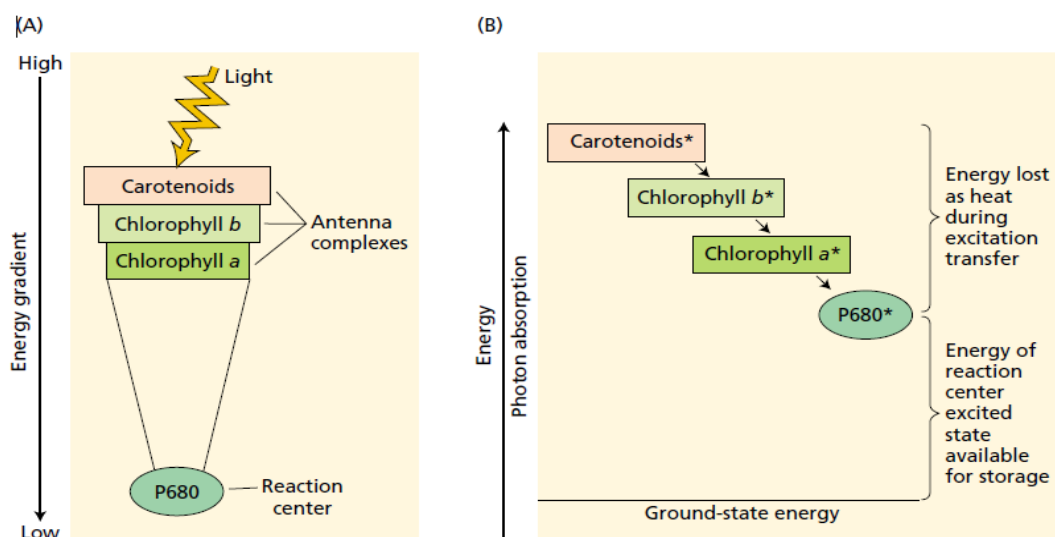
Gambar 8. Betakaroten

Karotenoid juga ditemukan dalam organel sel yang dikenal dengan kromoplas, yang hampir seukuran dengan kloroplas dan sering disebut turunannya. Seperti, likopen (merah) terdapat di kromoplas buah tomat, dan α dan β - karoten (oranye) terdapat pada kromoplas akar wortel. Keragaman dari karotenoid juga terjadi dalam kromoplas kelopak bunga, yang berfungsi untuk menarik serangga dalam membantu penyerbukan, dan pada buah-buahan untuk membantu penyebaran benih dengan menarik hewan lain.⁸⁴

Struktur dalam semua organisme fotosintesis eukariotik yang mengandung klorofil a dan klorofil b, protein antena yang paling banyak adalah anggota keluarga besar protein yang terkait secara struktural. Beberapa protein ini menyatu dengan

⁸⁴ Park S. Nobel, *Ibit.*, h. 239.

fotosistem II dan disebut sebagai protein pemananen cahaya II (LCHII), dan yang lainnya dikaitkan dengan fotosistem I yang disebut sebagai Protein pemanen cahaya I (LCHI). Komplek antenna ini juga dikenal sebagai klorofil a/b antenna protein. Salah satu struktur protein LCHII telah ditentukan oleh kombinasi mikroskop elektron dan kristalografi elektron. Protein mengandung tiga daerah α -heliks yang mengikat sekitar lima belas molekul klorofil a dan b, serta beberapa karotenoid. Hanya ada pigmen dari cahaya tampak dalam struktur yang terselesaikan. Struktur protein LCHI belum ditentukan tetapi mungkin memiliki kemiripan dengan protein LCHII. Semua protein ini memiliki kemiripan dari urutan yang signifikan dan juga merupakan keturunan dari asal protein yang sama. Cahaya yang diserap oleh karoten atau klorofil b di protein LCH dengan cepat di transfer ke klorofil a dan selanjutnya ke pigmen antenna lain yang berkaitan dengan pusat reaksi.



Gambar 9. Saluran eksitasi dari sistem antenna pusat ke pusat reaksi. (A) energy keadaan tereksitasi sehingga pigmen meningkat dengan jarak dari pusat

reaksi, yaitu pigmen yang lebih dekat dari pusat reaksi lebih rendah energinya dari pada yang lebih jauh dari pusat reaksi. Gradient energi ini memastikan bahwa transfer eksitasi kepusat reaksi sangat menguntungkan dan bahwa transfer eksitasi kembali kebagian peripheral antenna tidak menguntungkan secara energetik. (B) Beberapa energi hilang sebagai panas kelingkungan akibat dari proses ini, tetapi di bahwa kondisi optimal hampir semua eksitasi yang diserap dalam kompleks antena (tanda bintang) menunjukkan keadaan tereksitasi. Dapat dikirim ke pusat reaksi.⁸⁵

3. Pembentukan Klorofil

Pembentukan klorofil a dipengaruhi oleh adanya cahaya yang mereduksi protoklorofilid a menjadi klorofil a, yang kemudian dioksidasi menjadi klorofil b. terbentuknya klorofil b yang lebih banyak pada keadaan ternaungi, diduga karena adanya ketidakseimbangan pembentukan klorofil akibat pengurangan intensitas radiasi, sementara konversi menjadi klorofil b relatif tidak dipengaruhi oleh intensitas secara langsung.

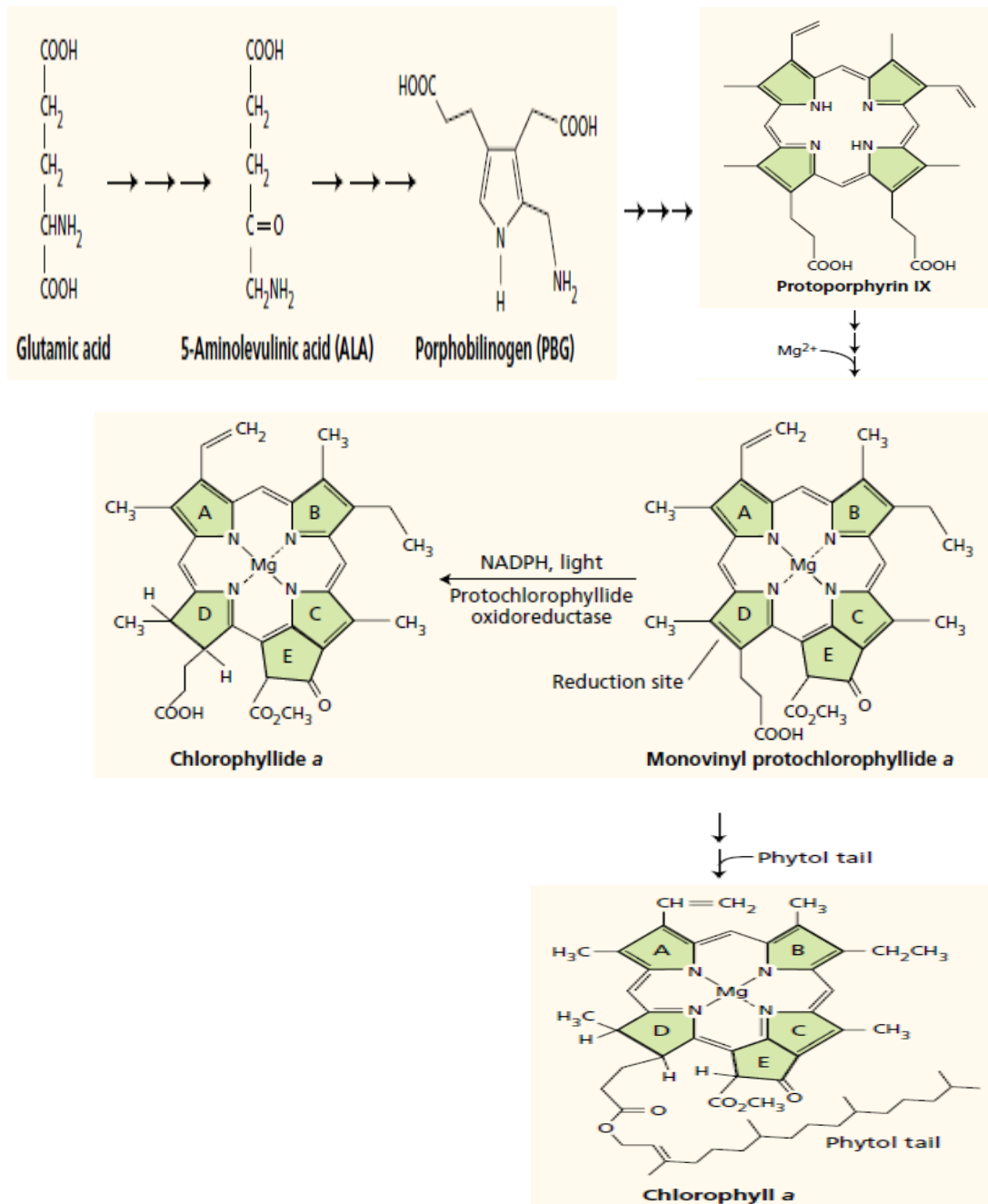
Molekul klorofil terdiri dari sebuah porfirin sebagai kepala, yang bersifat polar (larut dalam air), yang terbentuk dari cincin tetrapiol dengan sebuah atom Mg dan sebuah fitol sebagai ekor. Klorofil a merupakan klorofil dengan warna hijau kebiruan dengan susunan kimia $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$. Pada susunan klorofil a, atom logam Mg akan diikat dengan N dari 2 cincin pirol dengan ikatan kovalen biasa serta oleh 2 atom N dari cincin pirol lainnya dengan ikatan kovalen koordinat di mana N dari pirol yang akan mengembangkan pasangan elektronnya untuk dipasang bersama dengan Mg. Pada klorofil jenis ini terjadi substitusi metal pada posisi 1,3,5 dan 8,

⁸⁵ Lincoln Taiz dan Eduardo Zeiger, *Op. cit.*, h.123-124.

venil pada posisi 2, etil pada posisi 4, propionate yang diesterifikasi dengan fitil alkohol (fitol) pada posisi 7, keto pada posisi 9 dan karbometoksi pada posisi 10.⁸⁶

Jalur biosintesis klorofil dimulai dengan asam glutamate yang akan dikonversi menjadi 5-aminolevulinic (ALA), dua molekul ALA dari porhobilinogen (PBG) lalu empat molekul PBG dihubungkan untuk membentuk protoporphyrin IX. Selanjutnya dikondensasikan menjadi magnesium (Mg) dan siklisasi akan bergantung pada cahaya pada cincin E. Reduksi cincin D dan perlekatan ekor fitol akan melengkapi proses tersebut. Proses ini dapat dilihat pada gambar berikut :

⁸⁶ Susiana Prasetyo, Henny Sunjaya, dan Yohanes Yanuar N., “Pengaruh Rasio Daun Suji/ Pelarut Temperatur dan Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Klorofil Daun Suji Secara Batch dengan Pengontakan Dispersi”. (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Katolik Prahayangan, 2012), h. 9.

Gambar 9. Jalur Biosintesis Klorofil⁸⁷⁸⁷ Lincoln Taiz dan Eduardo Zeiger, *Op. cit.*, h.140.

4. Degradasi Klorofil

Klorofil bersifat labil pada pengaruh cahaya, suhu dan oksigen sehingga mudah terdegradasi menjadi molekul-molekul turunannya. Langkah awal terjadinya degradasi klorofil adalah hilangnya magnesium dari molekul pusat atau hilangnya rantai ekor fitol. Ketika molekul pada klorofil mengalami degradasi, sejumlah molekul turunan akan terbentuk seperti phaeophytins, chlrophyllides, dan pheophorbides yang tergantung pada molekul induknya. Molekul hasil degradasi atom Mg dari klorofil adalah feofotin dan molekul hasil degradasi rantai ekor fitol klorofil adalah klorofilida, sedangkan feoforbida terjadi ketika klorofil telah terdegradasi atom Mg serta rantai ekor fitolnya. Atau dengan kata lain, produk degradasi dari feofitin atau klorofilida akan menghasilkan molekul feoforbida. Feoforbida terbentuk karena hilangnya rantai ekor fitol dan hilangnya magnesium.⁸⁸

Untuk waktu yang lama, degradasi klorofil selama penuaan daun dan buah yang sudah tua, dirasionalisasikan oleh tanaman yang bertujuan untuk remobilisasi klorofil-derivat nitrogen. Tentunya ini bukan metabolisme. Namun, Yet klorofil adalah prasyarat untuk digunakan kembali nitrogen pada klorofil untuk mengikat protein, terhitung sekitar 20% dari total nitrogen seluler. Mutan yang cacat dalam beberapa langkah enzimatik menunjukkan fenotip kematian sel dan akumulasi intermediet foto-reaktif degradasi klorofil. Dengan demikian, kerusakan klorofil adalah proses detoksifikasi. NCCs (*the structur of colorless Chl Catabolites*/ struktur

⁸⁸ Arohmah, "Studi Karakteristik Klorofil pada Daun sebagai Material *Photodetector Organic*", (Skripsi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2007), h. 13.

katabolisme Chl berwarna) tampaknya menjadi produk limbah tanpa fungsi. Namun, baru-baru ini mereka terbukti sebagai antioksidan, yang mungkin berkontribusi terhadap kelangsungan hidup pada buah matang seperti apel atau pir.⁸⁹

5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Klorofil

Pembentukan klorofil pada tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Gen (faktor pembawa), pada pembentukan klorofil dibawa oleh suatu gen tertentu di dalam kromosom. Apabila gen ini tidak ada, maka tanaman akan tampak berwarna putih atau albino.
2. Cahaya, merupakan faktor utama yang diperlukan untuk mengubah protoklorofil menjadi klorofil a (autotransformasi). Tanaman yang kekurangan cahaya akan tampak pucat kekuningan karena tidak berhasil membentuk klorofil. Namun jika terlalu banyak cahaya juga berpengaruh buruk terhadap klorofil. Daun yang terus-menerus terkena cahaya langsung akan berwarna hijau kekuningan.
3. Oksigen, kecambah yang tumbuh pada tempat gelap, kemudian diletakkan di tempat yang terkena cahaya maka tidak akan mampu membentuk klorofil tanpa ada oksigen.
4. Karbohidrat, dalam pembentukan gula dapat berpengaruh terhadap pembentukan klorofil pada tanaman yang tumbuh di tempat gelap

⁸⁹ Stefan Hirtensteiner, Thomas Muller, dan Bernhard Krautler, "The Mechanism of Chlorophyll Degradation in Plants". *Highlights of Analytical Chemistry in Switzerland*, Vol. 62, No. 5, 2008, h. 440.

(etiolasi). Klorofil pada daun tidak bias terbentuk tanpa adanya gula meskipun faktor lain tercukupi.

5. Unsur hara, unsur-unsur hara seperti nitrogen, magnesium, besi, mangan, tembaga, dan seng. Jika kekurangan salah satu dari unsur-unsur tersebut dapat menyebabkan klorosis pada tumbuhan.
6. Air, kekurangan air dapat mengakibatkan desintegrasi dari klorofil.
7. Temperatur, temperatur yang baik untuk pembentukan klorofil pada sebagian besar tanaman berkisar $30^{\circ}\text{C} - 48^{\circ}\text{C}$, Sedangkan temperatur terbaik yaitu $26^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C}$.⁹⁰

C. Antosianin

Setiap tumbuhan mengandung beberapa jenis pigmen diantaranya pigmen klorofil, karotenoid, dan antosianin dengan kadar yang berbeda.⁹¹ Antosianin (Bahasa Inggris : *anthocyanin*, dari gabungan kata Yunani yaitu *anthos* = ‘bunga’, dan *cyanos* = ‘biru’) merupakan pigmen yang larut dalam air secara alami dan terdapat pada berbagai jenis tumbuhan.⁹² Antosianin merupakan pigmen yang larut dalam air dan disintesis di dalam sitosol kemudian diangkut ke dalam vakuola. Di dalam daun antosianin sering banyak terdapat pada sel-sel palisade dan sel mesofil gabus. Namun, pada beberapa spesies tanaman antosianin terdapat pada lapisan epidermis atas atau

⁹⁰Try Larasati, “Kandungan Klorofil Daun Papaya Betina (*Carica papaya* L.) Pada Beberapa Posisi Daun yang Berbeda”. (Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, 2017), h. 13-14.

⁹¹Hasidah,dkk. “Kandungan Pigmen Klorofil, Karotenoid dan Antosianin Daun *Caladium*”. *Jurnal Protobion*, Vol. 6 (2) :29-37, (2017), h. 33.

⁹²Dina Agustina dan Ismiyati, “Pengaruh Konsentrasi Pelarut pada Proses Ekstraksi Antosianin dari Bunga Kembang Sepatu”. *Jurnal Konservasi* Vol. 4 No. 2, (Oktober 2015), h. 10.

epidermis bawah. Konsentras antosianin biasanya berkorelasi erat dengan intensitas cahaya, hal tersebut menunjukkan bahwa sintesis senyawa antosianin dirangsang oleh cahaya matahari. Terbentuknya antosianin umumnya terjadi pada jaringan yang baru berkembang, proses penuaan atau saat tanaman mengalami tekanan lingkungan.⁹³

Antosianin ditemukan pada berbagai tumbuhan baik pada buah-buahan maupun sayuran, yang menyediakan berbagai warna bervariasi dari merah sampai ungu.⁹⁴ Antosianin berperan sebagai antioksidan yang berperan penting baik bagi tanaman itu sendiri maupun bagi kesehatan manusia. Peran antosianin pada tanaman seperti memberikan sifat khusus berupa warna pada buah dan sayuran.⁹⁵ Antosianin termasuk golongan senyawa flavonoid, yang merupakan kelompok terbesar pigmen alami pada tumbuhan yang larut dalam air dan bertanggung jawab memberikan warna pada bunga, buah dan sayuran.⁹⁶ Antosianin merupakan senyawa yang bersifat amfoter, yaitu memiliki kemampuan untuk bereaksi baik dengan asam maupun dengan basa.⁹⁷

Secara kimia, semua antosianin merupakan turunan struktur aromatik tunggal, yaitu “*cyanidin*” (sianidin), dan semuanya terbentuk dari pigmen sianidin dengan

⁹³ Kevin S. Gould dan D. W. Lee., “Advance in Botanical Research Incorporating Advance in Plant Pathology Anthocyanins In leaves”, (New Zealand : Academic Press, 2002), h. 19-24.

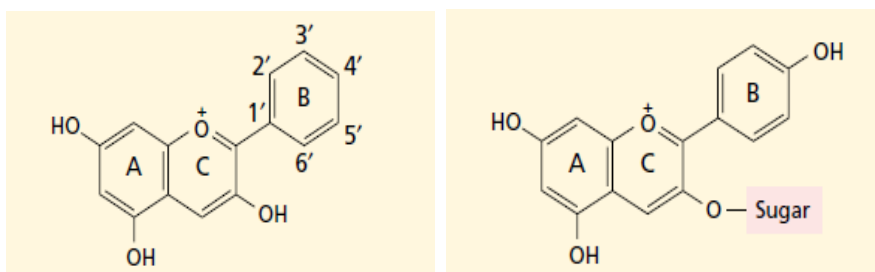
⁹⁴ Elvi Rasida Florentina Hutapea, dkk. “Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) dengan Pelarut Methanol”. *Jurnal Teknik Kimia USU* Vol. 3, No. 2, (2014), h. 35.

⁹⁵ Septiana Palma Ariany, Nirwan Sahiri, dan Abdul Syakur, “Pengaruh Kuantitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Kadar Antosianin Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L.) DC Secara *In Vitro*)”. *e-J. Agrotekbis* Vol 1, No. 5 (2013), h. 414.

⁹⁶ Meiny Suzery, dkk., *Op. Cit.*, h.1.

⁹⁷ Loretha Natalia Samber, Haryono Semangun, dan Budhi Prasetya, “Karakteristik Antosianin Sebagai Pewarna Alami”. (Makalah yang disampaikan pada *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 2015), h.1.

penambahan atau pengurangan gugus hidroksil atau dengan metilasi atau glikolisasi. Antosianin tersusun dari sebuah aglikon (antosianidin) yang teresterifikasi dengan satu atau lebih gugus gula (glikon).⁹⁸ Antosianidin adalah aglikon antosianin yang terbentuk bila antosianin dihidrolisis dengan asam. Antosianidin yang paling umum dipakai sampai saat ini adalah sianidin yang berwarna merah lembayung. Perbedaan warna alami pigmen ini dipengaruhi oleh hidroksilasi dan metilasi. Hidroksilasi meningkatkan warna biru sedangkan metilasi meningkatkan warna merah.⁹⁹



Antosianidin

Antosianin

Gambar 11. Struktur Antosianidin dan Antosianin, warna pada antosianidin sebagian tergantung pada substituent yang melekat pada cincin B. peningkatan jumlah gugus hidroksil menggeser penyerapan ke panjang gelombang yang lebih panjang dan memberikan warna biru. Penggantian gugus hidroksil dengan gugus metoksil (OCH₃) menggeser penyerapan ke panjang gelombang yang sedikit lebih pendek sehingga menghasilkan warna yang lebih merah¹⁰⁰

Biosintesis antosianin pertama kali dipelajari dan diinformasikan oleh Holton dan Cornis (1990), kemudian diperbarui lagi oleh Brenda (2001). Tahap pertama biosintesis antosianin dimulai dari produksi asam *cinnamic* dari *phenil alanine* pada

⁹⁸ Beatrice Bennita Leimena, "Karakterisasi dan Purifikasi Antosianin pada Buah Duwet (*Syzygium cumini*)". (Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 2008), h. 7.

⁹⁹ Ayu Rahayu Nugrahawati, "Pengaruh Berbagai Variasi Suhu dan Warna Keemasan terhadap Stabilitas Antosianin Kulit Manggis". (Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2010), h. 18.

¹⁰⁰ Lincoln Taiz dan Eduardp Zeiger, *Op. cit.*, h. 294.

siklus asam *shikimic* oleh enzim *phenylalanine amoniliase* (PAL) yang kemudian dikonversi menjadi asam *coumaric* dan mengalami modifikasi menjadi *malonyl CoA*. Tiga molekul *malonyl CoA* dan *p-coumaroyl-CoA* membentuk *naringenin chalcone* yang selanjutnya dikonversi menjadi *flavanon* dan *naringenin*. Tahap kedua, reduksi formasi *dihydroflavanol* menjadi *flaven-3,4 diol (leucoanthocyanin)* yang selanjutnya dikonversi menjadi antosianin setelah ditambahkan molekul gula oleh enzim *UDP glucose*, yaitu *flavonoid glucosyltransferase*.¹⁰¹

Aktivitas enzim *chalcone sintase* dianggap berfungsi dalam biosintesis antosianin. *Chalcone isomerase* mengisomerasi *chalcone* menjadi flavonon, selanjutnya dikonversi menjadi flavon-flavon, flavonol-flanonol, atau antosianin. Tahap biosintesis antosianin ini belum dielusidasi secara lengkap. Diduga biosintesis antosianin melalui jalur dihidroflavonol. Tahap akhir dari biosintesis ini yaitu glikolisasi dan asilasi. Awalnya C-3 diglikosilasi untuk menstabilkan kation flavium, dan glikolisasi pada posisi yang lain. Beberapa enzim, seperti glukositransferase yang akan mengkatalis glikosilasi menggunakan UDPG (*Urudin-Di-Phosphate-Glucose*) sebagai donor glukosa yang sudah dikarakterisasi. Enzim-enzim yang terlibat dalam tiga tahap dari biosintesis flavonoid yaitu yang pertama flavanon sintase, kedua *chalcone-flavonon isomerase*, dan yang ketiga UDP-glukosa : antosianidin 3-O-glukosiltransferase yaitu enzim-enzim yang terdapat di sitoplasma dan terikat pada

¹⁰¹ Brenda Winkel-Shirley. "Flavonoid Biosynthesis A colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology ". *Plant Physiology* Vol. 126, 485-493, (2001), h. 486.

retikulum endoplasma. Pigmen hasil biosintesis ini ditransfer ke dalam vakuola dan akan terakumulasi di sana.¹⁰²

Antosianin lebih stabil pada larutan asam pada nilai pH dan temperatur yang rendah dibandingkan larutan basa dengan pH yang tinggi.¹⁰³ Dalam media asam antosianin berwarna merah, dan pada media basa berubah menjadi ungu dan biru. Antosianin larut dalam pelarut polar seperti metanol, aseton, atau kloroform, air, yang diasamkan dengan asam klorida atau asam format.¹⁰⁴

Tabel 2. Tujuh jenis Antosianin¹⁰⁵

Antosianin	Rumus Molekul
Delfinidin	$C_{15}H_{11}O_7$
Sianidin	$C_{15}H_{11}O_6$
Peralgonodin	$C_{15}H_{11}O_5$
Malvidin	$C_{17}H_{15}O_7$
Petunidin	$C_{16}H_{13}O_6$
Peordinin	$C_{16}H_{13}O_7$
Fragarin	$C_{21}H_{21}O_{10}$

Cahaya mempengaruhi pengaturan produksi bahan metabolit dalam kultur jaringan, termasuk metabolit primer seperti enzim, karbohidrat, lipida dan asam amino sedangkan metabolit sekunder seperti flavonol, karotenoid dan antosianin.¹⁰⁶

Menurut hasil penelitian dari Emira Dyah Larasati, dkk tentang tanggapan pertumbuhan dan warna daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada dosis pupuk

¹⁰² Lydia Ninan Lestario. "Antosianin". (Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 2017), h. 12.

¹⁰³ Meiny Suzery, dkk., *Op. Cit.*, h. 2.

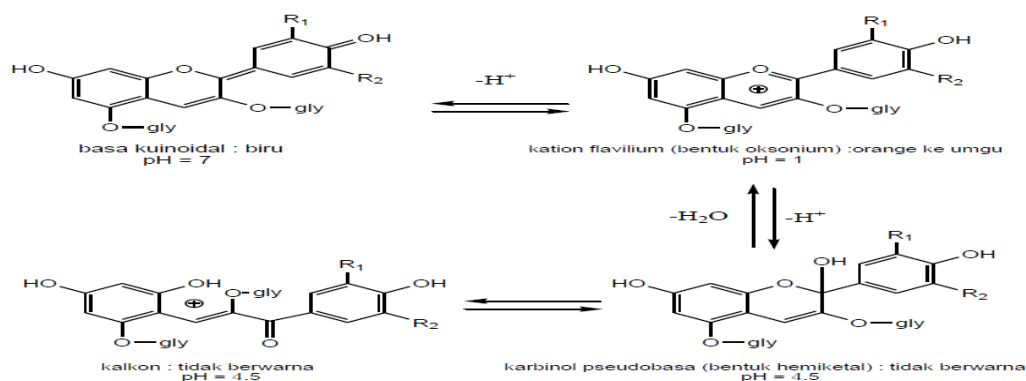
¹⁰⁴ Elvi Rasida Florentina Hutapea. *Op. Cit.* h.36.

¹⁰⁵ Tuty Anggraini. "Antioxidant Activity of *Syzygium Oleana*". *Pakistan Journal of Nutrition* Vol.16, No. 8, (2017), h. 609.

¹⁰⁶ Septian Palma Ariany, Nirwan Sahiri, Abdul Syakur, "Pengaruh Kuantitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Antosianin Daun Dewa (*Gynura pseudochina* L.) Secara *Invitro*". *E-Jurnal Agrotekbis* 1 (5) : 412-420, (2013), h.414.

MgSO₄ dan tingkat naungan, menyatakan bahwa perubahan warna yang dihasilkan tanaman menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman maka warna daun yang dihasilkan semakin merah, begitupun sebaliknya. Hal tersebut menunjukkan bahwa naungan memberikan pengaruh pada kandungan senyawa antosianin daun pucuk merah.¹⁰⁷ Kestabilan antosianin juga dipengaruhi oleh suhu dan laju kerusakan (degradasi) antosianin cenderung meningkat selama proses penyimpanan yang diiringi dengan kenaikan suhu.¹⁰⁸

“Kestabilan antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pH, suhu, cahaya dan oksigen. Antosianin lebih stabil dalam larutan asam dari pada larutan basa. Suhu panas dapat menyebabkan kerusakan struktur antosianin maka harus menggunakan suhu 50-60⁰C. Cahaya berperan dalam pembentukan antosianin dan laju deradasi warna antosianin. Oksigen dan suhu tampaknya mempercepat kerusakan antosianin karena stabilitas warna antosianin selama pemrosesan jus buah menjadi rusak akibat oksigen”.¹⁰⁹



Gambar 12. Struktur Antosianin pada Kondisi pH yang Berbeda¹¹⁰

¹⁰⁷ Emira Dyah Larasati, Euis Elih Nurlaelih dan Sitawati, “Tanggapan Pertumbuhan Warna Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) pada Dosis Pupuk MgSO₄ dan Tingkat Naungan”. *Jurnal Produksi Tanaman*, Jilid 10, No. 10, (2017), h. 7-8.

¹⁰⁸ E.K.Hayati, U.S Budi., R. Hermawan, , *Op. cit.*, h.139.

¹⁰⁹ Lorenta Natalia Samber,dkk., *Op. cit.*, h. 2.

¹¹⁰ R. E. Wrolstad and M.M. Giusti, Characterization and Measurement of Anthocyanin by UV-Visible Spectroscopy : Current Protocols in Food Analytical Chemistry, Jhon Wiley an Son, New York, 2011, h.2.

Antosianin sangat sensitif dan tidak stabil terhadap pH. Perubahan warna dimulai pada pH 4 dan pH 5, membuat antosianin sama sekali tidak stabil sedangkan antosianin kurang stabil pada pH 4,5 dan lebih stabil pada pH 3,5. Semakin rendah nilai pH maka warna akan semakin stabil. Hal ini disebabkan bentuk pigmen antosianin pada pH asam dalam bentuk kation flavium yang berwarna merah. Semakin meningkat pH maka akan semakin banyak terbentuk senyawa basa karbinol dan kalkon yang menyebabkan tidak berwarna.

1. Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Antosianin

Warna dan stabilitas pigmen antosianin tergantung pada struktur molekul secara keseluruhan. Pada kondisi asam warna antosianin ditentukan oleh banyaknya substitusi pada cincin b. semakin banyak substitusi OH dapat menyebabkan warna semakin biru, sedangkan metoksilasi akan menyebabkan warna semakin merah. Kestabilan antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pH, suhu, cahaya dan oksigen. Pigmen antosianin seperti merah, ungu, dan biru merupakan molekul yang tidak stabil jika terjadi perubahan pada suhu, pH, oksigen, cahaya, dan gula.

1) Transformasi struktur dan pH

Pada umumnya penambahan hidroksi akan menurunkan stabilitas, sedangkan penambahan metil akan meningkatkan stabilitas. Faktor pH tidak hanya mempengaruhi warna antosianin tapi juga mempengaruhi stabilitasnya. Antosianin lebih stabil dalam larutan asam dibandingkan pada larutan yang basa.

2) Suhu

Suhu mempengaruhi kestabilan antosianin. Suhu yang panas dapat menyebabkan kerusakan struktur antosianin. Oleh karena itu proses pengolahan pangan harus dilakukan pada suhu 50-60 °C yang merupakan suhu stabil dalam proses pemanasan.

3) Cahaya

Antosianin lebih stabil pada larutan asam dibandingkan dalam larutan alkali atau netral. Cahaya mempunyai dua pengaruh yang saling berlawanan terhadap antosianin, yaitu berperan dalam pembentukan antosianin dan cahaya juga berperan dalam laju degradasi warna antosianin, oleh karena itu antosianin harus disimpan di tempat yang gelap dan suhu dingin.

4) Oksigen

Oksigen dan suhu tampaknya mempercepat kerusakan antosianin. Stabilitas warna antosianin selama pemrosesan jus pada buah dapat menjadi rusak akibat oksigen.¹¹¹

D. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan komponen atau zat aktif pada suatu sampel dengan menggunakan pelarut tertentu. Pemilihan metode ekstraksi senyawa ditentukan oleh beberapa faktor antara lain sifat jaringan tanaman, sifat kandungan zat aktif serta kelarutan dalam pelarut yang akan digunakan. Prinsip ekstraksi yaitu melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar pada pelarut

¹¹¹ Loretha Natalia Samber, Haryono Semangun, dan Budhi Prasetya, *Op. cit.*, h. 2.

nonpolar.¹¹² Umumnya proses ekstraksi komponen kimia dalam sel tanaman digunakan pelarut organik. Pelarut organik akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, selanjutnya zat aktif akan larut dalam pelarut organik di luar sel, maka larutan terpekat akan berdifusi keluar sel dan proses ini akan berulang terus sampai keseimbangan antar konsentrasi cairan zat aktif di dalam dan di luar.¹¹³

Molekul klorofil terdiri dari sebuah porfirin sebagai kepala, yang bersifat polar (larut dalam air), yang terbentuk dari cincin tetrapirrol dengan sebuah atom Mg dan sebuah fitol sebagai ekor.¹¹⁴ Proses pelepasan rantai fitol disebut juga dengan reaksi pembentukan klorofilid, menghilangnya gugus fitol dari klorofil akan menghasilkan klorofilid yang bersifat polar dan larut dalam air.¹¹⁵ Sedangkan senyawa antosianin termasuk golongan flavonoid, yaitu golongan fenol yang merupakan senyawa polar karna mempunyai sejumlah gugus hidroksil yang tak tersulih atau suatu gula, maka akan larut dalam pelarut polar seperti ethanol, methanol, aseton, butanol, dan dimetilsulfoksida.¹¹⁶ Sehingga dapat disimpulkan bahwa klorofil dan senyawa antosianin keduanya merupakan senyawa polar dan aseton juga pelarut yang bersifat polar, sehingga klorofil dan senyawa antosianin dapat larut dalam pelarut aseton

¹¹² Beatrice Bennita Leimena, *Loc. cit.*, h.9.

¹¹³ Susiana Prasetyo, Henny Sunjaya, dan Yohanes Yanuar N., “Pengaruh Rasio Massa Daun Suji / Pelarut, Temperatur dan Jenis Pelarut pada Ekstraksi Klorofil Daun Suji secara *Batch* dengan Pengontakan Dispersi”. (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Prahayangan, 2012), h. 9.

¹¹⁴ Susiana Prasetyo, Henny Sunjaya, dan Yohanes Yanuar N., *Op. cit.*, h. 19.

¹¹⁵ Susiana Prasetyo, Henny Sunjaya, dan Yohanes Yanuar N., *Ibid.* h. 15.

¹¹⁶ Romadanu, Siti Hanggita Rachmawati, dan Shanti Dwi Lestari, “Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bungan Lotus (*Nelumbo nucifera*)”. *Fishtech*, Vol. 3, No. 1. (2014), h. 4.

karena sesuai prinsip yang telah disebutkan diatas bahwa senyawa polar akan larut pada pelarut polar.

E. Aseton

Aseton mempunyai rumus kimia C_3H_6O yang terdiri atas C 62,04%, H 10,415%, dan O 27,55%. Nama lain dari aseton adalah 2-propanon, dimetil keton, dan β -ketopropana.¹¹⁷ Aseton merupakan senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar,¹¹⁸ aseton mempunyai sifat fisis dan sifat kimia sebagai berikut :

b. Sifat fisis

▪ Rumus molekul	: C_3H_6O
▪ Berat molekul (kg/mol)	: 58,08
▪ Kenampakan	: cairan tak berwarna
▪ Titik didih $^{\circ}C$: 56,29
▪ Titik beku $^{\circ}C$: -94,6
▪ <i>Refractive index</i> (20 $^{\circ}C$)	: 1,3588
▪ Viskositas (20 $^{\circ}C$), Cp	: 0,32
▪ <i>Specific Gravity</i> (20 $^{\circ}C$)	: 0,783
▪ Temperature kritis, $^{\circ}C$: 235,05
▪ Tekanan krisik (20 $^{\circ}C$), kPa	: 4,701
▪ Sangat larut air	

c. Sifat kimia

1. Dengan proses pirolisa akan membentuk Ketena.

¹¹⁷ I Gusti Ayu Hayati Yowani, “Pengaruh Pelarut Aseton dan Tetrahidrofur (THF) pada Sintesis N-(4-Nitrobenzoil) Tiourea”. (Skripsi Fakultas Farmasi Universitas Air Langga Bagian Kimia Farmasi Surabaya, 2006), h. 12.

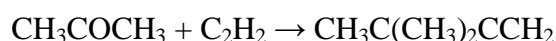
¹¹⁸ Dewi Maulida, “Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, n – Heksana, Aseton, dan Etanol”. (Sripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang, 2010), h. 15.

Reaksi :



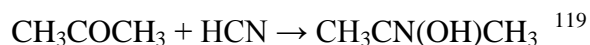
2. Aseton dapat dikondensasi dengan asetilen membentuk 2 metil 3 *butynediol*, suatu intermediate untuk Isoprene.

Reaksi :



3. Dengan hydrogen sianida dalam kondisi basa akan menghasilkan Aseton Sianihidrin.

Reaksi :



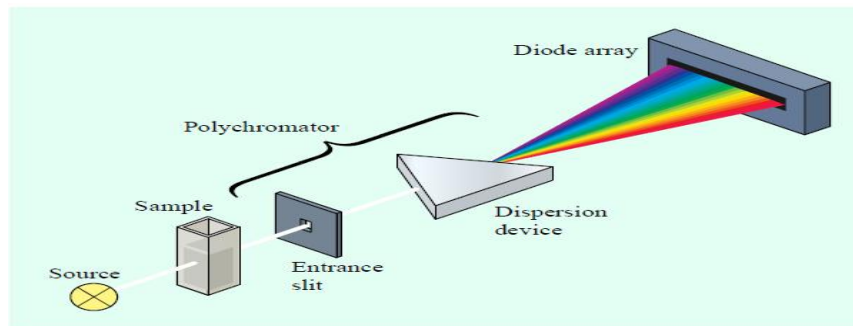
F. Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kemampuan pigmen dalam menyerap berbagai macam panjang gelombang cahaya.¹²⁰ Sedangkan spektrofotometri adalah salah satu metode dari kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif atau kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara suatu materi dengan cahaya. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam melakukan spektrofotometri ialah spektrofotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visibel, UV dan inframerah.¹²¹

¹¹⁹ Alfia Sinta Intani, "Prarancangan Pabrik Aseton Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol Kapasitas 19.500 Ton/Tahun". (Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009), h. 14-15.

¹²⁰ Neil A. Campbell, dkk., *Op. cit.*, h.205.

¹²¹ Elliwati Hasibuan, "Pengenalan Spektrofotometri pada Mahasiswa yang Melakukan Penelitian di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran USU". (Karya Tulis Ilmiah Pranata Laboratorium Perguruan Tinggi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara, 2015), h. 8.



Gambar 13. Skema alat spektrofotometer UV- vis.¹²²

Gambar 13 menunjukkan bahwa diagram skematik alat spektrofotometer sensor dioda. Cahaya polikromatik dari sumber dilewatkan melalui area sampel dan difokuskan pada celah sampel polikromator. Polikromator akan menyebarkan cahaya pada sinar dioda, yang mana masing-masing dioda akan mengukur pita sempit spektrum. Pita cahaya yang ditentukan oleh dioda akan terkait dengan ukuran celah masuk polikromator dan ukuran sensor dioda.¹²³

Pada saat ini telah berkembang berbagai macam alat spektrofotometer baik yang berbiaya mahal yang telah diproduksi secara umum oleh beberapa perusahaan untuk aplikasi medis, astronomi dan yang lain. Dan ada pula yang berbiaya murah seperti halnya spektrofotometer dengan grating yang dikembangkan oleh lighthling sciences Canada yang dapat digunakan sebagai instrument pengukuran optik, untuk mengukur spektrum cahaya dari beberapa sumber cahaya. Spektrofotometri merupakan alat yang cukup teliti dalam pilihan untuk menganalisis secara kualitatif dan kuantitatif.¹²⁴

¹²² Toni Owen, "Fundamentals of UV-Visible Spektroskopi". (Germany : Hewlett-Packard Company, 1996), h. 46.

¹²³ Toni Owen., Ibid. h. 45.

¹²⁴ Elliwati Hasibuan, *Op. cit.*, h. 9.

G. Penelitian Relevan

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) merupakan tanaman yang menunjukkan perbedaan warna dalam pertumbuhan daunnya. Daun pada pucuk atau bagian atas yang muda berwarna merah, dan daun tua dibagian bawah berwarna hijau. Perbedaan warna daun menunjukkan adanya perbedaan kandungan dari pigmen daun, termasuk pigmen klorofil dan pigmen antosianin.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan seperti kadar total pigmen klorofil dan senyawa antosianin ekstrak kestuba (*Euphorbia pulcherrima*) berdasarkan umur daun. Memperoleh hasil bahwa kandungan klorofil pada daun yang berwarna merah dan daun yang berwarna hijau, kadar klorofil lebih tinggi pada daun berwarna hijau tua. Begitupun daun pucuk merah kadar kandungan klorofil tertinggi juga terdapat pada daun yang berwarna hijau tua. Namun, jika pada daun kestuba kadar senyawa antosianin tertinggi terdapat pada daun berwarna hijau tua, maka pada daun pucuk merah kadar senyawa antosianin tertinggi terdapat pada daun pucuk yang berwarna merah¹²⁵ Penelitian lainnya mengenai Analisis kandungan klorofil daun mangga (*Mangifera indica* L.) pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. Hasil penelitian ini yaitu kandungan klorofil daun mangga yang berwarna hijau tua lebih tinggi di bandingkan daun lainnya¹²⁶ Selain itu terdapat juga penelitian mengenai pewarnaan *solar cell* menggunakan *Syzygium Oleana* Organik Dye, pada penelitian ini banyak menjelaskan deskripsi mengenai tanaman pucuk merah serta kegunaan

¹²⁵ Rendy Rohmatul Maulid dan Ainun Nikmati Laily, *Loc. cit.* h. 1.

¹²⁶ Lusia Sumenda, dkk., *Loc. cit.*, h. 20.

dari buah pucuk merah sebagai pewarna alami.¹²⁷ Terdapat juga penelitian mengenai mekanisme degradasi klorofil pada tanaman *Arabidopsis thaliana*. Penelitian ini menjelaskan proses rusaknya klorofil pada daun akibat penuaan¹²⁸

Penelitian mengenai senyawa antosianin masih banyak dilakukan dengan tumbuhan lain selain pucuk merah contohnya seperti tanaman bunga rosella, tanaman buah naga, dan terdapat pula penelitian mengenai ekstraksi pigmen antosianin dari kulit rambutan (*Nephelium lappaceum*) dengan pelarut methanol.¹²⁹ Dan juga terdapat penelitian tentang Efek beta karoten dan Agregasi klorofil pada fotostabilitas klorofil a dalam pelarut aseton. Penelitian ini menunjukkan bahwa pelarut aseton dapat digunakan untuk melarutkan klorofil pada daun suji.¹³⁰

H. Kerangkak Perpikir

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) memiliki warna daun yang berbeda pada tingkat perkembangan daun, sehingga hal ini dapat menunjukkan bahwa adanya perbedaan kandungan klorofil dan senyawa antosianin pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda. daun yang digunakan pada penelitian ini ada tiga bagian daun yaitu bagian daun pucuk, daun muda dan daun dewasa. Masing-masing daun akan diekstrak dengan menggunakan pelarut aseton selanjutnya akan menghasilkan ekstrak daun yang dibutuhkan untuk

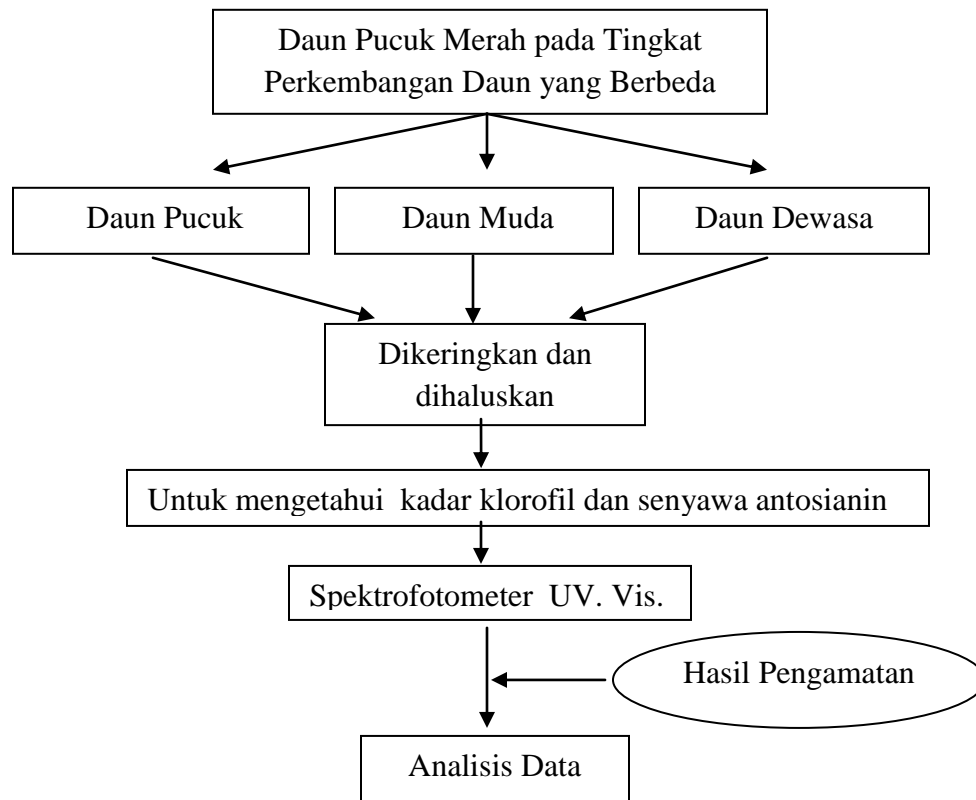
¹²⁷ M. Fitra, et. al., *Op. cit.*, h. 341.

¹²⁸ Stefan Hortensteiner, Thomas Muller, dan Bernhard Krautler, *Loc. cit.*, h. 440.

¹²⁹ Elvi Rasida Florentina Hutapea, *Loc.cit.*, h. 34.

¹³⁰ Junet F. da Costa, Ferry F. Karwur dan Leenawaty Limantara, “Efek Beta Karoten dan Agregasi Klorofil pada Fotostabilitas Klorofil a dalam Pelarut Aseton”. *Jurnal Natur Indonesia* Vol. 11, No. 2, (2009), h. 115.

tahap berikutnya yaitu mnegukur kadar klorofil dan senyawa antosianin dengan menggunakan alat spektrofotometer.



Gambar 14. Bagan Kerangka Berpikir

I. Hipotesis

1. H_0 = Kandungan klorofil menurun pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.

 H_1 = Kandungan klorofil meningkat pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.
2. H_0 = Kandungan senyawa antosianin meningkat pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.

H_1 = Kandungan senyawa antosianin menurun pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.

Hipotesis H_0 ditolak pada taraf nyata α bila $F_{hitung} > F_{tabel}$

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu yang digunakan pada penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Botani 1 Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan berupa gunting, sarung tangan, beaker glass, tabung reaksi, rak tabung reaksi, Erlenmeyer, gelas ukur, corong, pipet tetes, mortar, penggerus, timbangan analitik, kantong plastik, kertas saring, cawan petri, kamera digital, cuvet dan Spektrofotometer UV-Vis. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan yaitu daun pucuk merah dari berbagai tingkat perkembangan daun yang berbeda, tissue, kertas label, aquades, potasium klorida (0,025 M), sodium asetat (0,4 M),¹³¹ dan aseton.

¹³¹ Tuti Anggraini, "Sumber Antioksidan Alami". (Padang : CV Rumah Karya Pustaka Utama Anggota IKAPI, 2017), H. 8.

C. Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diukur dalam penelitian ini yaitu kandungan klorofil a, b, klorofil total serta kandungan senyawa antosianin, pada daun pucuk merah dengan tingkat perkembangan daun yang berbeda.¹³²

D. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan untuk Analisis Kandungan Klorofil dan Senyawa Antosianin Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dengan posisi daun sebagai perlakuan yaitu daun ke-2 sampai ke-3 dari pucuk (umur fisiologis muda (pucuk)), daun ke-5 sampai ke-7 dari pucuk (fisiologis sedang), dan daun ke-9 sampai ke-12 dari pucuk (umur fisiologis tua).¹³³ Pada setiap daun dilakukan pengukuran kandungan klorofil sebanyak tiga kali dan senyawa antosianin sebanyak tiga kali. Dengan disain penelitian sebagai berikut :

Perlakuan : Pengukuran kadar klorofil dan antosianin pada daun pucuk merah bagian pucuk, daun muda dan daun tua (dewasa).

Jenis Tanaman : Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*)

¹³² Nadia Rahmi, “Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan”. (Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Prodi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Ar-Ranry Banda Aceh, 2017), h. 52.

¹³³ Eva Mayasari, “Pengaruh Tingkat Ketuaan Daun Sokai Segar (*Albortisia papuana* Becc.) terhadap Kadar Asam Amino Glutamat Bebas”. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, Vol. 2, No. 1, (Mei 2016), h. 39.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan menggunakan 3 perlakuan serta tiga kali ulangan.

a. Disain Percobaan

Berikut disain penelitian percobaan pada tiga perlakuan, Dengan masing-masing daun terdiri dari 3 bagian daun tanaman pucuk merah dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Disain percobaan I, II dan III.

Daun Pucuk		
P1 DP	P2 DP	P3 DP
1	1	1
2	2	2
3	3	3

Daun Muda		
P1 DM	P2 DM	P3 DM
1	1	1
2	2	2
3	3	3

Daun Dewasa		
P1 DW	P2 DW	P3 DW
1	1	1
2	2	2
3	3	3

Keterangan :

P1 : Pohon ke 1
 P2 : pohon ke 2
 P3 : pohon ke 3
 DP : Daun pucuk
 DM : Daun muda
 DW : Daun tua (dewasa)

E. Populasi dan Sampel

Populasi yang akan diamati pada penelitian ini yaitu bagian daun dari tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*). Sampel yang diamati antara lain daun pucuk, daun muda dan daun tua (dewasa) yang terdapat pada tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*).

F. Pelaksanaan Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Sebelum mengumpulkan data terlebih dahulu menentukan lokasi penelitian. Sampel yang akan diamati diambil dari sekitar Bandar Lampung. Tanaman pucuk merah yang digunakan sebanyak 3 pohon pucuk merah (*Syzygium oleana*).

2. Data Pengambilan Sampel

Percobaan ini dilakukan dengan memilih tiga macam daun pucuk merah yang akan diteliti sesuai dengan sampel. Daun pucuk merah dipetik dari tanamannya, sesuai tingkat perkembangannya. Sampel yang digunakan ialah daun pucuk merah, daun ke-2 sampai ke-3 dari pucuk (umur fisiologis muda (pucuk)), daun ke-5 sampai

ke-7 dari pucuk (fisiologis sedang), dan daun ke-9 sampai ke-12 dari pucuk (umur fisiologis tua).¹³⁴ Daun tersebut diambil berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda pada tanaman pucuk merah. Daun dimasukkan ke kantong plastik yang terpisah sesuai dengan kelompoknya untuk dianalisis kandungan klorofil dan senyawa antosianinnya di laboratorium.

3. Identifikasi

Proses penyortiran diawali dengan melakukan pengambilan gambar menggunakan handphone sebagai bukti pengambilan bahan pokok berupa daun pucuk merah. Sebelum dilakukan penyortiran terlebih dahulu terhadap sampel memilih bagian daun pucuk merah yang masih segar. Pucuk daun yang berwarna merah, daun muda berwarna merah kecoklatan, dan daun tua berwarna hijau tua. Ketiga macam daun tersebut harus dalam keadaan baik dan segar.

Tiap helaian daun pucuk merah diberi label dengan angka yang menunjukkan daun beberapa sampel tersebut. Selanjutnya daun pucuk merah dikeringkan anginkan tanpa terkena cahaya matahari langsung. Selanjutnya helaian daun pucuk merah dipotong kecil-kecil dan diletakkan ke cawan petri. Sampel yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengetahui total kandungan klorofil a dan klorofil b, total klorofil daun serta mengetahui kandungan senyawa antosianin pada tingkatan daun pucuk merah di laboratorium Botani 1 Universitas Lampung.

¹³⁴ Eva Mayasari, *Ibid*, h.2.

G. Alur Kerja Penelitian

1. Ekstraksi Pigmen Klorofil

Daun pucuk merah yang digunakan dipetik dari pohonnya, sesuai dengan tingkat perkembangan daun yaitu daun ke-2 sampai ke-3 dari pucuk (umur fisiologis muda (pucuk)), daun ke-5 sampai ke-7 dari pucuk (fisiologis sedang), dan daun ke-9 sampai ke-12 dari pucuk (umur fisiologis tua).¹³⁵ Daun dimasukkan ke kantong plastik secara terpisah sesuai kelompoknya untuk dianalisis kandungan klorofilnya di laboratorium.

Helaian daun pucuk merah diambil sebanyak 9 gram pada masing-masing bagian daun tanaman, kemudian helaian daun pucuk merah dipotong kecil-kecil lalu diangin-anginkan selama ± 2 hari, daun yang sudah kering ditimbang lagi sebanyak 1 gram. Selanjutnya daun dihaluskan dan diekstraksi dengan aseton sebanyak 10 ml sampai semua klorofil larut.¹³⁶ Lalu ekstrak yang telah dihasilkan disaring dan supernatant ditampung dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan aseton sampai 5 ml. tabung reaksi ditutup rapat dan di sentrifugasi. Kemudian filtrat yang didapat ditempatkan dalam cuvet pada spektrofotometer. Selanjutnya kandungan klorofil diabsorbansi menggunakan alat spektrofotometer pada λ 663 nm dan λ 645 nm dengan metode Arnon (1949).¹³⁷

¹³⁵ Eva Mayasari, *Ibid*, h.2.

¹³⁶ Nintya Setiari dan Yulita Nurchayati, "Eksplorasi Kandungan Klorofil pada Beberapa Sayuran Hijau Sebagai Alternative Bahan Dasar *Food Supplement*". *Jurnal BIOMA*, Vol. 11, No. 1, (2009), h. 7.

¹³⁷ Daniel I. Arnon, "Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris, *Plant Physiology*", Vol. 24, No. 1,(1949), h. 3.

1. Kadar total klorofil dihitung dengan metode Arnon (1949) :

$$\text{Klo a} = (13,7 \times \text{OD } 663) - (5,76 \times \text{OD } 645) \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klo b} = (25,8 \times \text{OD } 645) - (7,7 \times \text{OD } 663) \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klo total} = (20,0 \times \text{OD } 645) + (0,1 \times \text{OD } 663) \text{ (mg/l)}$$

Keterangan :

Klo a	= Klorofil a
Klo b	= Klorofil b
Klo _{total}	= Klorofil total
OD ₆₆₃	= Optical density pada panjang gelombang 663 nm.
OD ₆₄₅	= Optical density pada panjang gelombang 645 nm.
Mg/l	= milligram/liter ¹³⁸

2. Ekstraksi Pigmen Antosianin

Sampel daun pucuk merah yang akan diteliti, sebelumnya dilakukan pemilihan agar lebih menjamin hasil yang bagus. Helaian daun pucuk merah diambil sebanyak 9 gram pada masing-masing bagian daun tanaman, Masing-masing daun dimasukkan ke kantong plastik secara terpisah sesuai kelompoknya untuk dianalisis kandungan antosianinnya di laboratorium. Daun dikeringkan tanpa terkena cahaya matahari secara langsung.

Daun pucuk merah dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil. Lalu daun yang sudah dipotong-potong sekecil mungkin dengan menggunakan gunting,

¹³⁸ Nadia Rahmi, *Op. cit.*, h. 53.

selanjutnya akan diekstraksi dengan cara merendam daun pucuk merah sebanyak 5 gr dengan 50 ml larutan aseton pada erlenmeyer dan tutup rapat dengan menggunakan plastik wrap, simpan pada temperatur 25⁰C selama 24 jam di tempat yang gelap, kemudian disaring dan diambil filtratnya.¹³⁹ Selanjutnya diambil masing-masing 15 ml hasil filtrasi sesuai dengan bagian daun yang akan diamati dan pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing tingkatan daun, dengan total 27 percobaan. Masukkan 15 ml filtrat yang sudah disaring ke dalam tabung reaksi. Tambahkan larutan buffer potasium klorida (0,025 M) sebanyak 5 ml dan tambahkan larutan buffer sodium asetat (0,4 M) sebanyak 5 ml.¹⁴⁰ Larutan buffer berfungsi sebagai larutan yang menjaga kestabilan pH-nya dari kisarannya pada hasil filtrasi antosianin.¹⁴¹

Ekstrak daun pucuk merah di masukkan ke dalam sentrifugasi untuk memisahkan ekstrak daun pucuk merah dengan zat yang tidak diinginkan (residu) sehingga menghasilkan supernatant yang berada di bagian atas dengan warna yang lebih jernih dan tidak keruh. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 510 nm dan 700 nm.¹⁴²

¹³⁹ Rendi Rohmatul Maulid dan Ainun Nikmati Laili, *Op. Cit.*, h. 1-2.

¹⁴⁰ Tuti Anggraini, *Loc. cit.*, h. 8.

¹⁴¹ Wahyu Yunitasari, Endang Susilowati, dan Nanik Dwi Nurhayati, "Pembelajaran Direct Instruction Disertai Hierarki Konsep Untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Larutan Penyangga Kelas XI IPA Semester Genap SMA Negeri 2 Sragen Tahun Ajaran 2012/2013". *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, Vol. 2, No. 3, (2013), h. 85.

¹⁴² Nur Latifah, Nurhidajah dan Muh Yusuf, Stabilitas Antosianin Dan Aktivitas Antioksidan Tepung Beras Hitam Berdasarkan Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan, tersedia di : [http://repository. Unimus.ac.id](http://repository.Unimus.ac.id) (diakses pada 28 Oktober 2018, 03 : 23).

1. Pengukuran kadar total antosianin :

$$\text{Konsentrasi Antosianin} = \frac{\text{absorbansi} \times \text{DF} \times 1000}{55,9 \times 1} \quad (1)$$

Keterangan¹⁴³ :

A	= Absorbansi
DF	= Faktor Pengencer
1000	= Mengubah g menjadi mg
(1)	= Tebal cuvet (1 cm)

H. Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan ANAVA satu jalur untuk mengetahui perbedaan kadar kandungan klorofil a, klorofil b, total klorofil pada daun dan kadar senyawa antosianin dari setiap sampel yang diujikan.¹⁴⁴ Sebelum melakukan analisis ANAVA maka terlebih dahulu melakukan uji normalitas data dikarenakan sampel yang digunakan kurang dari lima puluh sampel, sehingga uji normalitas ini menggunakan uji *Shaporo-Wilk*, agar dapat menghasilkan keputusan yang akurat apakah data dikatakan normal atau tidak.¹⁴⁵ Apabila data dinyatakan normal maka selanjutnya dilakukan uji *levене test* untuk mengetahui homogenitas data tersebut.¹⁴⁶ Karena dengan uji *levене test* maka data tidak harus berdistribusi normal, namun

¹⁴³ Rendi Rohmatul Maulid dan Ainun Nikmati Lailt, *Op. cit.*, h.227.

¹⁴⁴ Insun Sangadji, Muhammad Rijal, dan Yuli Astri K. "Kandungan Antosianin di Dalam Mahkota Bunga Beberapa Tanaman Hias". *Jurnal Biology Science & Education*, Vol. 6. No. 2 (2017), h.123.

¹⁴⁵ Mitha Arvira Oktavianin dan Hari Basuki Notobroto, "Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode *Kolmogorov-Smirnov*, *Lilliefors*, *Shapiro-Wilk* dan *Skewness-Kurtosis*". *Jurnal Biometrik dan Kependudukan*, Vo. 3 No. 2 (Desember 2014), h. 135.

¹⁴⁶ Arif Nurmawan Toro, Roosmarinto, dan Muji Rahayau, "Pengaruh Lama Perendaman Koro Bengu (*Mucuna pruriens*) Dalam Air Kapur (Ca(OH)₂) terhadap Kadar Asam Sianida". *Jurnal Teknologi Laboratorium*, Vol. 3, No. 1 (2014), h.3.

harus kontinu.¹⁴⁷ Jika nilai uji *levене test* kurang dari 5% berarti nilai pada uji *levене test* signifikan.¹⁴⁸ Apabila terdapat pengaruh yang nyata pada perlakuan, akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% menggunakan aplikasi SPSS versi 16.0.¹⁴⁹

Uji Kruskal-Wallis merupakan salah satu uji statistika nonparametrik dalam suatu kelompok prosedur untuk sampel yang independen. Apabila terdapat data yang tidak homogen, maka harus dilakukan statistika nonparametrik sebagai alternatifnya, diantaranya ialah analisis varian satu arah berdasarkan peringkat yaitu uji Kruskal-Wallis.¹⁵⁰

¹⁴⁷ Alif Hartati, Triastuti Wuryandri dan Yuciana Wulandari, "Analisis Varian Dua Faktor dalam Rancangan Pengamatan Berulang (Repeat Measures)". *Jurnal Gaussian*, Vol. 2, No. 4 (2013), h. 282.

¹⁴⁸ Arifin Riadi, "Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VII SMPN 17 Banjarmasin Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TPS dan Tanpa Model Pembelajaran Kooperatif". *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, Vol. 11, No. 2, (2016), h. 4.

¹⁴⁹ Andi Jaya Pratama dan Ainun Nikmati Laily, *Loc. cit.*, h. 218.

¹⁵⁰ Junaidi, "Statistika Uji Kruskal-Wallis". (Artikel Fakultas Ekonomi Universitas Jambi, 2010), h.1.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian terhadap pengukuran kadar klorofil dan senyawa antosianin pada daun pucuk merah berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda yaitu pada bagian daun pucuk, daun muda dan daun dewasa yang diteliti selama 5 hari mulai dari tanggal 30 Oktober s/d 03 November 2018, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar klorofil dan senyawa antosianin yang terkandung pada masing-masing daun pucuk merah tersebut.

1. Kandungan Klorofil Pada Bagian Daun Pucuk, Daun Muda dan Daun Dewasa Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Pengamatan terhadap kandungan klorofil pada daun pucuk merah dengan parameter kandungan klorofil, yaitu kandungan klorofil a, kandungan klorofil b, dan klorofil total.

- a. Data kandungan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) bagian daun pucuk, daun muda dan daun tua.

Data kandungan klorofil pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3. Kandungan Klorofil a Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.

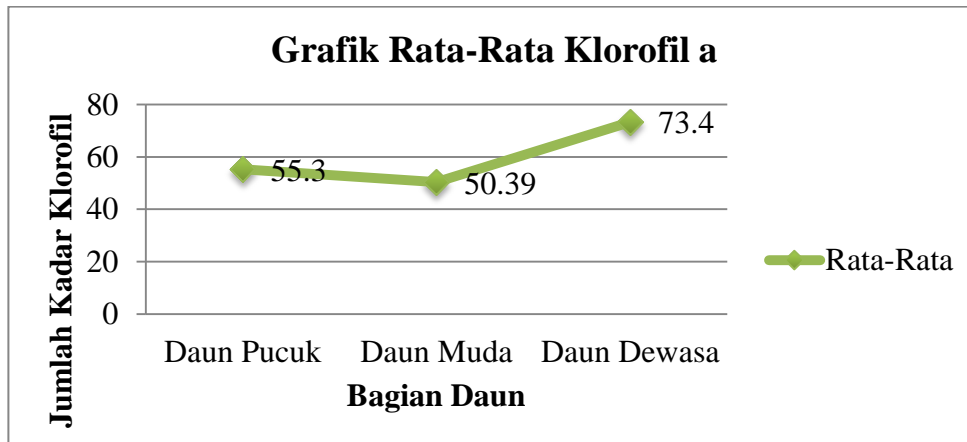
Perlakuan	Kandungan Klorofil a (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	15,78	10,83	22,01	
	25,91	9,83	22,68	
	21,49	15,13	22,23	
Jumlah	63,18	35,79	66,92	165,89
Rata-rata	21,06	11,93	22,31	55,3

Perlakuan	Kandungan Klorofil a (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	14,02	22,79	27,28	
	7,13	22,21	28,04	
	6,63	11,58	11,50	
Jumlah	27,78	56,58	66,82	151,18
Rata-rata	9,26	18,86	22,27	50,39

Perlakuan	Kandungan Klorofil a (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	16,46	24,55	25,18	
	28,23	28,95	27,35	
	19,38	26,43	23,67	
Jumlah	64,07	79,93	76,2	220,2
Rata-rata	21,36	26,64	25,4	73,4

Tabel 3. Menunjukkan bahwa kandungan klorofil a pada bagian daun pucuk, daun muda dan daun dewasa memperoleh jumlah yang berbeda. jumlah kandungan klorofil a tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa dengan nilai rata-rata 73,4 mg/l. lalu diikuti bagian daun pucuk nilai rata-rata 55,3 mg/l dan kandungan klorofil a

terendah terdapat pada bagian daun muda dengan nilai rata-rata 50,39 mg/l. ditunjukkan dalam tabel grafik berikut.



Gambar 15. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Klorofil a Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.

1. Uji Analisis Varian (ANOVA)

Uji analisis varian digunakan untuk mengetahui kandungan klorofil a terhadap tingkatan daun yang berbeda. Maka dilakukan analisis varian dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Uji Analisis Varian

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Bebas (df)	Rerata Kuadrat (MS)	F _{hitung}	Probabilitas (Sig.)
Antar Kelompok	97,909	2	48,954	1,723	0,256
Dalam Kelompok	170,483	6	28,414		
Total	268,392	8			

Tabel 4. Hasil uji ANOVA satu jalur menunjukkan nilai signifikansi 0,256 >

0,05 maka disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata atau H_0 diterima.

Tabel 5. Kandungan Klorofil b Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.

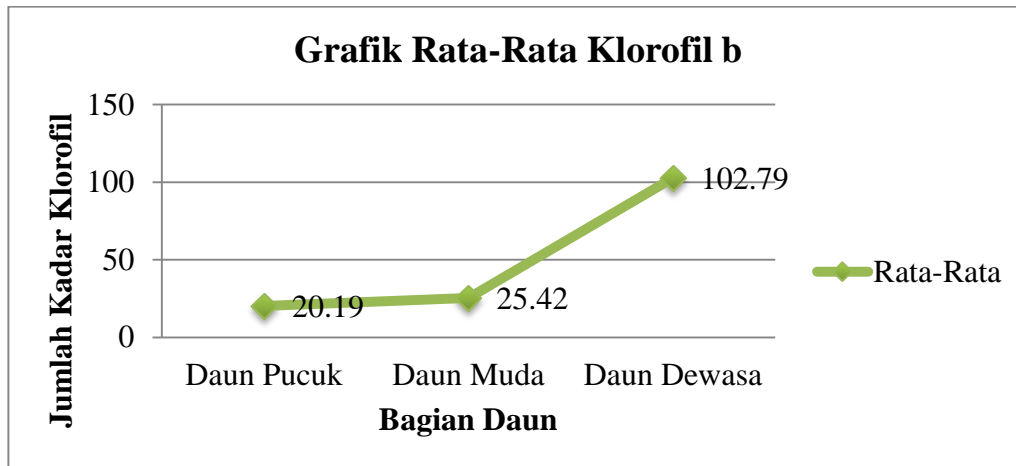
Perlakuan	Kandungan Klorofil b (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	6,33	4,05	9,18	
	10,48	4,58	9,38	
	8,54	6,34	9,19	
Jumlah	25,35	14,97	20,25	60,57
Rata-rata	8,45	4,99	6,75	20,19

Perlakuan	Kandungan Klorofil b (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	5,79	11,20	13,7	
	4,87	9,59	15,32	
	2,73	5,18	7,88	
Jumlah	13,39	25,97	36,9	76,26
Rata-rata	4,46	8,66	12,3	25,42

Perlakuan	Kandungan Klorofil b (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	7,78	53,91	50,03	
	18,22	27,84	38,6	
	9,26	43,94	58,78	
Jumlah	35,26	125,69	147,41	308,36
Rata-rata	11,75	41,9	47,14	102,79

Tabel 5. Menunjukkan bahwa kandungan klorofil b bagian daun pucuk, daun muda, dan daun dewasa memperoleh jumlah yang berbeda-beda. Kandungan klorofil b tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa dengan nilai rata-rata 102,79 mg/l. lalu diikuti bagian daun muda dengan nilai rata-rata 25,49 mg/l dan kandungan klorofil b

paling rendah terdapat pada bagian daun pucuk dengan nilai rata-rata 20,19 mg/l. data tabel 5. Ditunjukkan dalam bentuk diagram sebagai berikut.



Gambar 16. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Klorofil b Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

1. Uji Kruskal-Wallis

Tabel 6. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistic	Hasil
Chi-Square	4,622
Df	2
Asymp. Sig.	0,099

Karna data tidak homogeny, sehingga tidak dapat dilakukan uji anava dan sebagai gantinya dilakukan uji Kruskal-Wallis, dan hasilnya menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, artinya tidak berbeda nyata.

Tabel 7. Kandungan Klorofil Total Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.

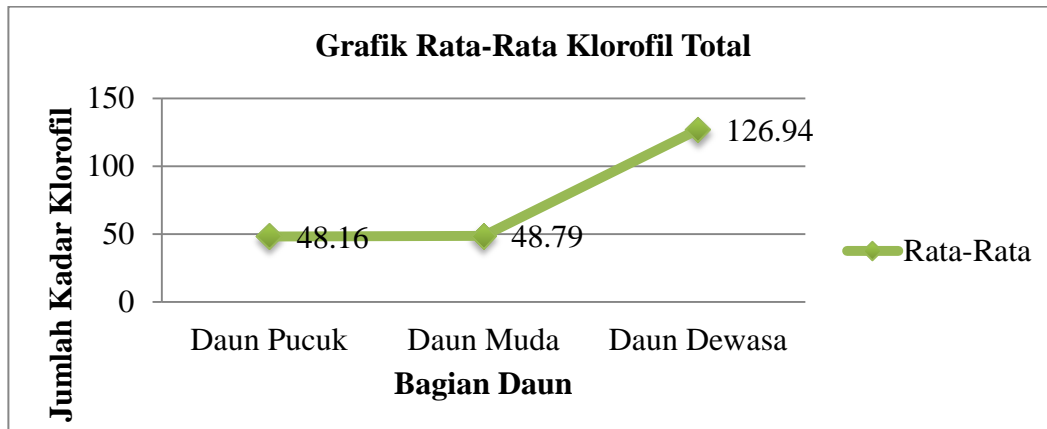
Perlakuan	Kandungan Klorofil Total (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	13,64	9,08	19,30	
	22,44	9,05	19,83	
	18,48	13,3	19,42	
Jumlah	54,56	31,34	58,55	144,45
Rata-rata	18,19	10,45	19,52	48,16

Perlakuan	Kandungan Klorofil Total (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	12,25	21,49	26,0	
	6,16	19,76	27,99	
	5,80	10,47	16,37	
Jumlah	24,21	51,72	70,36	146,29
Rata-rata	8,07	17,24	23,45	48,76

Perlakuan	Kandungan Klorofil Total (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	15,25	60,33	62,53	
	30,49	39,4	48,14	
	18,04	52,42	54,21	
Jumlah	63,78	152,15	164,88	380,81
Rata-rata	21.26	50,72	54,96	126,94

Tabel 7. Menunjukkan bahwa kandungan klorofil total pada bagian daun pucuk, daun muda dan daun dewasa memperoleh jumlah yang berbeda-beda. Jumlah kandungan klorofil total tertinggi terdapat bagian daun dewasa dengan nilai rata-rata 126,94 mg/l, lalu diikuti bagian daun muda dengan nilai rata-rata 48,76 mg/l dan

kandungan klorofil total terendah terdapat pada bagian daun pucuk nilai rata-ratanya 48,16 mg/l. data tabel 7. Ditunjukkan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 17. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan Klorofil Total Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

1. Uji Analisi Varian (ANAVA)

Tabel 8. Uji Analisis Varian

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Bebas (df)	Rerata Kuadrat (MS)	F _{hitung}	Probabilitas (Sig.)
Antar Kelompok	1368,751	2	684,376	4,879	0,055
Dalam Kelompok	841,566	6	140,261		
Total	2210,317	8			

Tabel diatas menunjukkan hasil uji anava lebih besar dari 0,05, artinya tidak berebda nyata dan tidak dapat melanjutkan pada uji lanjut LSD/BNT.

2. Kandungan Antosianin pada Bagian Daun Pucuk, Daun Muda dan

Daun Dewasa Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

- a. Data kandungan senyawa antosinin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) bagian daun pucuk, daun muda dan daun dewasa.

Data kandungan senyawa antosianin pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda dapat dilihat pada Tabel berikut.

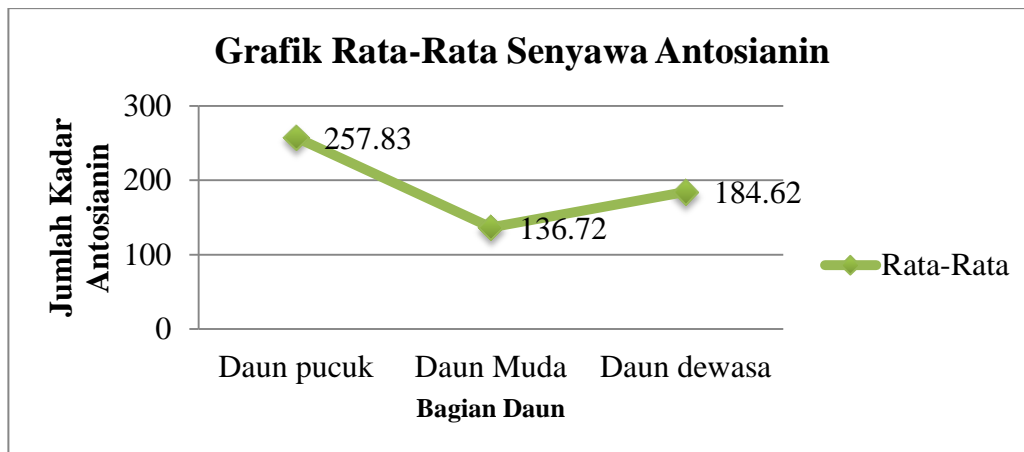
Tabel 9. Kandungan antosianin λ 510 nm Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 510 (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	78,31	75,49	76,39	
	92,31	86,05	76,39	
	112,70	85,15	90,70	
Jumlah	283,32	246,69	243,48	773,49
Rata-rata	94,44	82,23	81,16	257,83

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 510 (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	51,16	41,50	37,75	
	54,56	40,61	48,84	
	54,56	45,26	35,60	
Jumlah	160,28	127,37	122,49	410,14
Rata-rata	53,43	42,46	40,83	136,72

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 510 (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	74,60	36,17	63,69	
	78,89	52,95	65,47	
	76,03	33,06	72,99	
Jumlah	229,52	122,18	202,15	553,85
Rata-rata	76,51	40,73	67,38	184,62

Tabel 9. Menunjukkan bahwa kandungan antosianin pada λ 510 nm pada bagian daun pucuk, daun muda dan daun dewasa memperoleh jumlah yang berbeda-beda. Jumlah kandungan antosianin tertinggi terdapat pada bagian daun pucuk dengan nilai rata-rata 257,83 mg/l, lalu diikuti bagian dewasa dengan nilai rata-rata 184,62 mg/l dan kandungan antosianin terendah terdapat pada bagian daun muda dengan nilai rata-rata 136,72 mg/l. data tabel 9 ditunjukkan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 18. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan senyawa antosianin λ 510 nm Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

1. Uji Analisis Varian (ANAVA)

Tabel 10. Hasil Uji Analisis Varian (ANAVA)

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Bebas (df)	Rerata Kuadrat (MS)	F _{hitung}	Probabilitas (Sig.)
Antar Kelompok	2480,194	2	1240,097	8,322	0,019
Dalam Kelompok	894,044	6	149,007		
Total	3374,238	8			

Tabel di atas menunjukkan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, artinya berbeda nyata dan dapat dilakukan uji lanjut BNT/LSD.

2. Uji Lanjut BNT/LSD

Tabel 11. Hasil BNT/LSD

Perlakuan	Hasil BNT/LSD
Dauan Pucuk	85,94 ^a ± 7,73
Daun Muda	45,57 ^{ab} ± 6,85
Daun Dewasa	64,35 ^{ab} ± 20,53

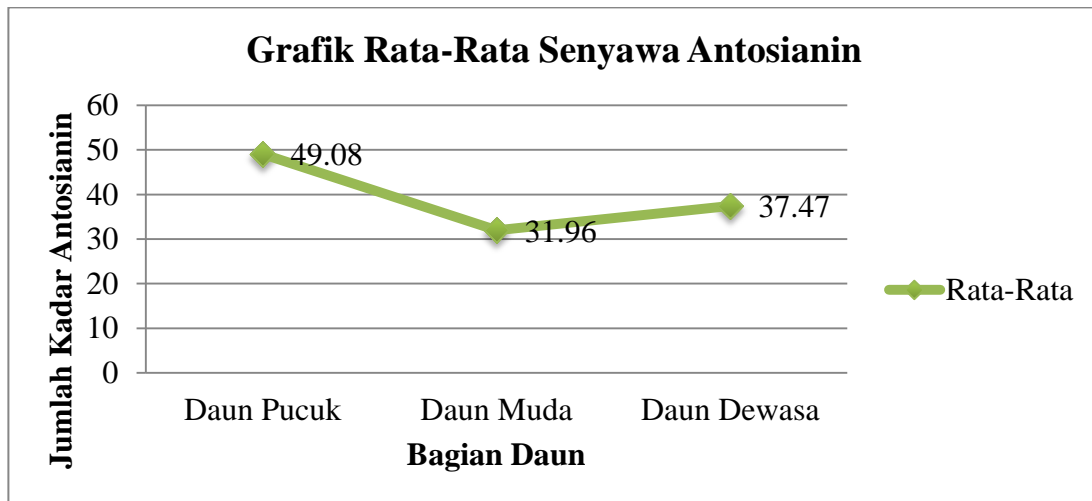
Tabel 12. Kandungan antosianin λ 700 nm Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 700 (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	15,21	14,13	15,92	
	16,28	14,67	15,38	
	18,25	14,67	22,72	
Jumlah	49,74	43,47	54,02	147,23
Rata-rata	16,58	14,49	18,01	49,08

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 700 (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	11,09	9,66	10,55	
	10,55	9,66	13,24	
	12,16	9,84	9,12	
Jumlah	33,8	29,16	32,91	95,87
Rata-rata	11,27	9,72	10,97	31,96

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 700 (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	13,60	9,84	12,16	
	14,13	12,52	12,25	
	14,13	9,84	13,95	
Jumlah	41,86	32,2	38,36	112,42
Rata-rata	13,95	10,73	12,79	37,47

Tabel 12. Menunjukkan bahwa kandungan antosianin pada bagian daun pucuk, daun muda, dan daun dewasa memperoleh jumlah yang berbeda-beda. Jumlah kandungan antosianin tertinggi terdapat pada bagian daun pucuk dengan nilai rata-rata 49,08 mg/l, lalu diikuti oleh bagian daun dewasa dengan nilai rata-rata 37,37 mg/l dan kandungan antosianin terendah terdapat pada bagian daun muda dengan nilai rata-rata 31,96 mg/l. Data tabel 12. Ditunjukkan dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 19. Grafik Rata-Rata Jumlah Kandungan senyawa antosianin λ 700 nm Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

1. Uji Kruskal-Wallis

Tabel 13. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistic	Hasil
Chi-Square	5,956
Df	2
Asymp. Sig.	0,051

Tabel di atas menunjukkan nilai signifikansi uji Kruskal-Wallis lebih besar dari 0,05 maka data tidak berbeda nyata, uji ini dilakukan sebagai pengganti uji anava karna data sebelumnya tidak homogen.

B. Pembahasan

1. Kandungan Klorofil Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

Berdasarkan hasil penelitian masing-masing parameter jumlah klorofil a, klorofil b, dan klorofil total daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) bagian daun pucuk, bagian

daun muda dan bagian daun dewasa pada tiga pohon pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang dianalisis menggunakan rumus Arnon, dan memperoleh hasil yang berbeda pada tiap perlakuannya. Kenyataan ini juga telah diuji menggunakan analisis Varians (ANOVA) dengan menunjukkan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05. Maka bisa dinyatakan bahwa terdapat perbedaan kandungan klorofil yang terdapat di bagian daun pucuk, bagian daun muda dan bagian daun dewasa. Dari hasil analisis data yang dilakukan terdapat beberapa data yang tidak normal dan tidak homogen, Sehingga analisis Varian (ANOVA) tidak dapat dilanjutkan. Sehingga digantikan dengan uji Kruskal-Wallis.

Prinsip kerja dari penelitian ini adalah dilakukan ekstraksi daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada masing-masing bagian daun yang berbeda dengan aseton sampai semua klorofil larut. Ekstraksi disaring dan di tampung dalam tabung reaksi. Selanjutnya hasil ekstraksi dipindahkan ke dalam cuvet dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer. Spektrofotometer merupakan alat yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer. Spektrofotometer merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur anergi secara relatif apabila energi tersebut di transmisikan, dipantulkan, serta diemisikan sebagai fungsi suatu panjang gelombang. Alat ini dapat menghasilkan sinar dari spektrum pada panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer merupakan suatu alat pengukur intensitas cahaya yang diabsorbansi atau ditransmisikan.¹⁵¹ Prinsip kerja alat ini yaitu apabila cahaya

¹⁵¹ Neldawati, Ratna Wulan, dan Gusnedi. "Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat". *Jurnal Pillar of Physics*, Vol. 2, (2013), h. 78.

campuran atau monokromatik jatuh pada suatu media (larutan), maka sebagian sinar yang masuk akan dipantulkan dan sebagian akan diserap dalam media itu kemudian sisanya diteruskan, selanjutnya akan muncul nilai dari cahaya yang diteruskan dan dinyatakan dalam nilai absorbansi sebab memiliki hubungan dengan konsentrasi sampel.¹⁵²

Salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan warna daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) yaitu semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima oleh suatu tanaman maka warna daun yang dihasilkanpun akan semakin merah pada bagian daun pucuk.¹⁵³ Terbentuknya klorofil daun paling banyak dipengaruhi sinar matahari. Selain itu, usia daun berpengaruh terhadap kadar klorofil suatu daun. Kloroplas dapat memperbanyak diri dengan cara pembelahan, kesinambungan kloroplas terjadi melalui pertumbuhan dan pembelahan plastid pada daerah maristem.¹⁵⁴ Sehingga pada awal perkembangan daun, aktivitas dari maristem daun menyebabkan terjadinya perpanjangan daun, perpanjangan daun selanjutnya terjadi akibat dari aktivitas maristem interkalar, yang artinya bagian pangkal daun (daun dewasa) lebih tua dibandingkan ujung daun atau daun pucuk sehingga berakibat juga terhadap klorofil yang dikandungnya.¹⁵⁵ Pada pucuk merah (*Syzygium oleana*) daun yang berwarna merah lebih banyak menerima cahaya matahari, akan tetapi cahaya yang diserap lebih sedikit dibandingkan daun yang berwarna hijau tua. Dikarenakan

¹⁵² Elliwati Hasibuan. *Op. cit.*, h. 14.

¹⁵³ *Ibid*, h. 8.

¹⁵⁴ Aung Sumbono. "Biomolekul". (Yogyakarta : Penerbit Deepublish, 2012), h. 262.

¹⁵⁵ Andi Jaya Pratama dan Ainun Nikmati Laily, *Op. cit.*, h. 216.

kandungan pigmen klorofil pada daun berwarna merah lebih sedikit, sehingga cahaya yang diterima tidak diserap secara maksimal dan dipantulkan kembali.¹⁵⁶

Pada semua jenis tanaman, mengalami peningkatan kadar klorofil total seiring dengan meningkatnya umur daun, hal ini terlihat pada tumbuhan pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada bagian daun pucuk, bagian daun muda dan bagian daun dewasa, semakin ke bawah daunnya maka akan semakin berwarna hijau tua. Sehingga menunjukkan bahwa kandungan klorofilnya meningkat.

Kandungan klorofil a daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada tabel 3, masing-masing bagian daun menunjukkan adanya peningkatan dan bagian daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang mengandung klorofil a paling banyak yaitu bagian daun dewasa dengan nilai rata-rata 55,3 mg/l, 50,39 mg/l, dan 73,4 mg/l. Kandungan klorofil a pada bagian daun dewasa lebih besar dibandingkan bagian daun lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan daun dalam menangkap sinar matahari lebih efisien sehingga dapat disimpulkan bahwa laju fotosintesis bagian daun dewasa lebih tinggi dibandingkan dengan bagian daun lainnya. Klorofil a merupakan penyusun pusat reaksi yang berfungsi dalam fotosintesis tanaman. Energi cahaya yang diserap oleh daun akan diubah menjadi energi kimia di pusat reaksi, selanjutnya bisa digunakan sebagai proses reduksi pada fotosintesis.¹⁵⁷ Klorofil disintesis dengan cara fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid a, selanjutnya membentuk klorofil a. Pada tumbuhan angiospermae proses perubahan protoklorofilid menjadi klorofil a

¹⁵⁶ Lala Widya Nanda. *Op. cit.*, h. 56.

¹⁵⁷ Nintya Setiari dan Yulita Nurchayati, *Loc. cit.*, h.7.

mutlak membutuhkan cahaya. Klorofil a juga terdapat di daun yang berwarna merah kecoklatan tapi dengan jumlah yang sedikit.¹⁵⁸

Kandungan Klorofil b pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada tabel 5 masing-masing bagian daun, menunjukkan adanya peningkatan dan bagian daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang mengandung klorofil b paling banyak terdapat pada bagian daun dewasa nilai rata-ratanya 20,19 mg/l, 25,42 mg/l, dan 102,79 mg/l. Kandungan klorofil b pada bagian daun dewasa lebih banyak dibandingkan bagian daun lainnya. Hal ini membuktikan bahwa kemampuan bagian daun dewasa jauh lebih baik dalam mengumpulkan cahaya dibandingkan bagian daun lainnya. Klorofil b merupakan hasil biosintesis dari klorofil a yang berfungsi dalam reorganisasi fotosistem selama adaptasi terhadap intensitas cahaya.¹⁵⁹ Sintesis klorofil b akan terus berlanjut seiring dengan berkembangnya daun tersebut.¹⁶⁰ Klorofil b juga berperan dalam fotosintesis tanaman sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan sinar matahari selanjutnya ditransfer ke pusat. Meningkatnya klorofil b pada tumbuhan erat kaitannya dengan peningkatan protein klorofil sehingga dapat meningkatkan efisiensi fungsi antena fotosintetik dalam menangkap energi cahaya.¹⁶¹

Berdasarkan tabel 7, diketahui kadar klorofil total yang terkandung dalam daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan yang berbeda pada masing-masing bagian daun. Menunjukkan bahwa adanya peningkatan

¹⁵⁸ Adi Jaya Pratama dan Ainun Nikmati Laily, *Op. cit.*, h. 219.

¹⁵⁹ Nio Sang Ai dan Yunia Banyo, *Op. cit.*, h. 170.

¹⁶⁰ Andi Jaya Pratama dan Ainun Nikmati Laily, *Loc. cit.*, h. 129

¹⁶¹ Nintya Setiari dan Yulita Nurchayati, *Loc. cit.*, h. 7.

kandungan klorofil total dan bagian daun yang paling banyak mengandung klorofil total yaitu bagian daun dewasa yang berwarna hijau tua dengan nilai rata-rata 48,16 mg/l, 48,76 mg/l dan 126,94 mg/l. Warna daun pada tanaman akan berubah menjadi hijau tua seiring dengan bertambahnya usia daun, warna tersebut erat kaitannya dengan kandungan klorofil, semakin hijau warna daun maka kandungan klorofilnya pun akan semakin tinggi.¹⁶² Klorofil adalah suatu komponen kloroplas yang utama serta kandungan klorofil relatif berkorelasi positif pada laju fotosintesis. Klorofil disintesis di bagian daun dan berfungsi untuk menangkap sinar matahari yang jumlahnya berbeda pada tiap spesies.¹⁶³ Klorofil merupakan faktor yang paling utama yang mempengaruhi fotosintesis. Fotosintesis ialah proses perubahan senyawa anorganik yaitu CO₂ dan H₂O menjadi senyawa organik yaitu karbohidrat dan O₂ dengan bantuan sinar matahari.¹⁶⁴

Pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) bagian daun pucuk berwarna merah, kemudian berwarna hijau muda, lalu berwarna hijau tua. Perbedaan warna daun menunjukkan adanya suatu perbedaan kandungan pigmen pada daun termasuk pigmen klorofil.¹⁶⁵ Pada hasil analisis kandungan klorofil menunjukkan adanya peningkatan kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total dari bagian daun pucuk, bagian daun muda dan bagian daun dewasa yang mengandung klorofil paling besar.

¹⁶² Tia Setiawati, dkk., *Loc. cit.*, h. 123.

¹⁶³ Nio Song Ai dan Yunita Banyo, *Loc. cit.*, h. 170.

¹⁶⁴ *Ibid*, h. 167.

¹⁶⁵ Rendi Rohmatu Maulid dan Ainun Nikmati Laily, *Loc. cit.*, h. 2.

Kandungan klorofil a, Klorofil b dan klorofil total pada daun dewasa lebih banyak kandungan klorofilnya dibandingkan bagian daun lainnya. Sehingga terjadi peningkatan kemampuan dalam proses fotosintesis. Proses fotosintesis sangat membutuhkan klorofil, maka umumnya klorofil akan disintesis dibagian daun untuk menangkap sinar matahari yang jumlahnya berbeda pada tiap spesies bergantung dari faktor genetik dan lingkungannya.¹⁶⁶ Intensitas cahaya merupakan banyaknya energi yang diterima oleh tumbuhan per satuan luas dan per satuan waktu. Mekanisme pengaruh energi cahaya pada tumbuhan terdiri dari fotoenergi/fotosintesis dan fotostimulus yang terdiri dari proses pergerakan dan pembentukan seperti perluasan daun, pertunasan, pembungaan, pigmen dan klorofil. Setiap tumbuhan memiliki toleransi yang berbeda terhadap sinar matahari.¹⁶⁷ Saat intensitas cahaya rendah maka perputaran gas pada fotosintesis lebih kecil daripada proses respirasi. Apabila intensitas cahaya sedang maka peningkatan laju fotosintesis akan menurun sedangkan jika cahaya tinggi laju fotsintesis akan menjadi konstan¹⁶⁸

Beberapa faktor yang mempengaruhi sintesis klorofil yaitu cahaya, gula, air, temperatur, karbohidrat, faktor genetik dan unsur nitrogen, magnesium, besi, mangan, Zn, Cu, Oksigen dan Sulfur. Faktor utama dalam pembentukan klorofil yaitu nitrogen (N), Nitrogen adalah unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah

¹⁶⁶ Ika Susanti Hendriyani dan Nintya Setiari, “ Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda”. *Jurnal Sains & Mat.* Vol. 17, No. 3, (Juli 2009), h. 149.

¹⁶⁷ Citra Wulan Suci dan Suwasono Heddy, “Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Keragaman Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*)”. *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 6, No. 1, (2018), h. 162.

¹⁶⁸ Papip Handoko dan Yuni Fajariyanti, *Loc. cit.*, h. 5.

banyak salah satunya sebagai penyusun klorofil. Tumbuhan yang kekurangan Nitrogen akan menunjukkan gejala klorosis pada daun. Namun, tumbuhan tidak bisa menggunakan N_2 secara langsung, Gas N_2 harus difiksasi oleh bakteri menjadi amonia (NH_3).¹⁶⁹

Klorofil a dan b memiliki struktur yang hampir sama, struktur klorofil a yaitu $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ sedangkan struktur klorofil b $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$, masing-masing atom Mg menjadi pusat, perbedaan klorofil a dan klorofil b terletak pada gugus CH_3 (pada klorofil a) yang disubstitusi dengan $HC=O$ pada klorofil b.¹⁷⁰

Menurut penelitian dari G. Mackinney tentang *Absorptoin of light by chlorophyll solutions*, menyatakan bahwa Klorofil akan terabsorbansi pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm, pada proses ekstraksi sampel daun dengan pelarut aseton, dan aseton dapat menghasilkan ekstraksi yang baik. Sehingga panjang gelombang yang digunakan untuk mengabsorbansi klorofil apabila menggunakan pelarut aseton adalah 663 nm dan 645 nm sebagai pilihan yang logis, karena absorbansi klorofil a pada panjang gelombang 663 nm menyumbangkan keberhasilan sebesar 96% dari total penyerapan. Jadi, dapat menanggulangi kesalahan dalam absorbansi klorofil a tidak besar. Namun, kesalahan dalam absorbansi klorofil b sama sekali tidak proporsional. Oleh karena itu, digunakan absorbansi pada panjang gelombang 645 nm, dimana klorofil memberikan efek terbesarnya. Cahaya yang tidak cukup diserap oleh klorofil a pada λ 663 nm selanjut akan ditangkap oleh klorofil b yang mempunyai

¹⁶⁹ Ika Susanti Hendriyani dan Nintya Setiari, *Loc. cit.*, h. 149.

¹⁷⁰ Sumijo Hadi Riyono, "Beberapa Sifat Umum dari Klorofil Fitoplankton" *Jurnal Oseana*. Vol XXXII, No. 1 (2007), h.24.

penyerapan cahaya optimum pada λ 645 nm. Sehingga kedua jenis klorofil yaitu klorofil a dan klorofil b akan saling melengkapi dalam mengabsorpsi.¹⁷¹

2. Kandungan Antosianin Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

Ekstraksi antosianin dilakukan dengan melarutkan bagian daun pucuk, bagian daun muda, dan bagian daun tua dengan pelarut aseton hingga antosianin larut. Sebelumnya daun pucuk merah di keringanginkan tanpa terkena cahaya matahari langsung, tujuannya agar mencegah kerja enzim dan hilangnya metabolit sekunder yang ada pada daun pucuk merah. Setelah kering sampel dipotong kecil-kecil dengan menggunakan gunting tujuannya agar mengoptimalkan interaksi aseton dengan sampel sehingga diharapkan seluruh metabolit sekunder dapat terekstrak.¹⁷² Selanjutnya daun yang telah dipotong-potong ditampung dalam erlenmayer lalu tuangkan aseton dan tutup rapat, kemudian rendam selama 24 jam pada suhu ruangan dan simpan di tempat yang gelap, karena senyawa antosianin mudah teroksidasi oleh pengaruh cahaya dan suhu.¹⁷³ Perendaman sampel pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) dapat mengakibatkan pemecahan dinding sel dan membran sel maka akibatnya terjadi perbedaan tekanan di dalam dan luar sel, maka metabolit sekunder yang berada di dalam sitoplasma akan larut dalam pelarut aseton.¹⁷⁴

¹⁷¹ G. Mackinney, "Absorption of Light by Chlorophyll Solutions". *Journal Biol. Chem.*, (1941) h. 319.

¹⁷² Mila Wati, Erwin dan Daniel Tarigan, "Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Fraksi Etil Asetat pada Daun Berwarna Merah Pucuk Merah (*Syzygium mortifilium* Walp.)". *Jurnal Kimia Wulawarman*, Vol. 14, No. 2, (2017), h. 103.

¹⁷³ Adlis Santoni, Djaswir Darwis dan Sukmaning Syahri, *Op. cit.*, h. 3.

¹⁷⁴ Mila Wati, Erwin dan Daniel Tarigan, *Loc. cit.*, h. 103.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan larutan buffer berupa potassium klorida dan sodium asetat masing-masing sebanyak 5 ml. Larutan buffer berperan sebagai larutan yang dapat menjaga kestabilan pH dari kisarannya terhadap hasil filtrasi senyawa antosianin.¹⁷⁵ Pada awalnya warna ekstrak pada daun pucuk berwarna hijau kekuningan, kemudian warna ekstrak pada daun muda berwarna hijau muda, dan pada daun dewasa warna ekstrak berwarna hijau tua, setelah diberi larutan buffer berupa potassium klorida dan sodium asetat, masing-masing ekstrak daun pucuk merah tersebut mengalami perubahan warna menjadi oranye kekuningan. Hal tersebut dapat terjadi karena berhubungan dengan pH, Warna yang dihasilkan dari ekstrak antosianin sangat bergantung terhadap kondisi pH.¹⁷⁶ Sedangkan pada saat ekstrak dicampurkan dengan larutan buffer, senyawa antosianin mengalami berubah warna menjadi kuning, ketika pH mengalami peningkatan diatas 4 maka akan terbentuk senyawa antosianin berwarna kuning yang disebut dengan bentuk kalkon, semakin tinggi kondisi pH maka warna antosiannin akan semakin pucat.¹⁷⁷ Perubahan warna pada ekstrak senyawa antosianin daun pucuk merah terhadap pH merupakan suatu indikator dari senyawa antosianin tersebut, karena dapat berubah warna terhadap faktor keasaman dan kebebasan dari larutannya.¹⁷⁸

¹⁷⁵ Wahyu Yunita Sari, Endang Susilo Wati dan Nanik Dwi Nurhayati, *Loc. cit.*, h. 85.

¹⁷⁶ Siti Fatimah, Andi Hairil Alimudin dan Afghani Jayuska, "Pengaruh Keasaman Terhadap Stabilitas Pigmen Cengkodok (*Melastoma malabathricum*), Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* linn.) serta Campuran Keduanya". *JKK*, Vol.4, No. 2, (2015), h. 93.

¹⁷⁷ *Ibid*, h. 93.

¹⁷⁸ Adlis Santoni, Djaswir Darwis dan Sukmaning Syahri, *Op. cit.*, h. 6.

Senyawa antosianin adalah pigmen yang larut dalam air secara alami dan terdapat pada berbagai jenis tanaman dan buah-buahan. Pigmen tersebut akan memberikan warna biru, merah, dan ungu pada buah, bunga dan daun yang termasuk ke dalam kelas Flavonoids. Struktur kimia antosianin terdiri dari kation tujuh *hydroxyl flavium*, molekul ini berperan dalam penyerapan cahaya dan membentuk warna.¹⁷⁹ Pada tanaman pucuk merah naungan memberikan pengaruh terhadap kandungan antosianin pada bagian daun pucuk, karena apabila daun pucuk menerima intensitas cahaya yang tinggi maka daun pucuk pada tanaman tersebut akan semakin berwarna merah.¹⁸⁰

Daun pucuk merah mengandung antioksidan, seperti yang telah dijelaskan pada hasil penelitian mengenai aktifitas antioksidan pada *Syzygium oleana* oleh Tuty Anggraini menyatakan bahwa daun muda dan buah pucuk merah memiliki perbedaan warna. Ekstrak daun muda pucuk merah memiliki kandungan antioksidan lebih besar dibandingkan buahnya. Perbedaan warna mengartikan bahwa kandungan antosianin yang berbeda pada daun dan buah pucuk merah. Warna merah pada daun pucuk merah disebabkan oleh adanya antosianin atau senyawa lain yang member warna merah.¹⁸¹

Warna merah yang tampak pada daun terjadi akibat pengurangan dalam menyerap cahaya kuning-hijau pada spektrum cahaya yang dipantulkan dari permukaan daun. Menariknya, jumlah sinar merah yang dipantulkan seringnya berkorelasi tidak baik

¹⁷⁹ Mochamad Choirul Misbachudin, Ferdy S. Rondonuwu dan Adita Sotrisno, “Pengaruh pH Larutan Antosianin Strawberry dalam Prototipe *Dye Semitized Solar Cell* (DSSC)”. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol. 10, No. 2, (2014), h.58.

¹⁸⁰ Emira Dyah Larasati, Euis Elih Nurlaelih, dan Sitawati, *Loc. cit.*, h. 8.

¹⁸¹ Tuty Anggraini, *Op. cit.*, h. 608.

dengan antosianin itu sendiri. Morfologi daun dan jumlah klorofil sepertinya mampu menentukan kuat refleksi warna merah.¹⁸² Zat warna dari senyawa antosianin muncul, karena adanya suatu susunan ikatan rangkap terkonjugasi yang panjang, sehingga mampu untuk menyerap cahaya dan mampu menjadikan senyawa antosianin sebagai antioksidan dengan mekanisme penangkapan radikal.¹⁸³ Radikal bebas merupakan atom atau senyawa yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan. Hidroksil (OH) merupakan senyawa yang paling berbahaya dalam radikal bebas karena memiliki reaktivitas paling tinggi.¹⁸⁴

Rata-rata kandungan antosianin daun pucuk merah panjang gelombang 510 nm dan panjang gelombang 700 nm pada tiga pohon pucuk merah, tertinggi terdapat pada bagain daun pucuk yang berwarna merah dengan nilai rata-rata pada panjang gelombang 510 nm (tabel 9) yaitu 257,83 mg/l, 136,72 mg/l, dan 184,62 mg/l sedangkan nilai rata-rata pada panjang gelombang 700 nm (tabel 12) yaitu 49,08 mg/l, 31,96 mg/l, dan 37,47 mg/l. Pada panjang gelombang 510 nm menunjukkan kandungan antosianin yang lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang 700 nm. Hal ini sesuai dengan data yang disajikan pada lampiran 4 berdasarkan hasil dari absorbansi alat spektrofotometer.

Antosianin pada tanaman yang memiliki daun pucuk berwarna merah berfungsi untuk melindungi daun pucuk yang berwarna merah tersebut dari berbagai jenis

¹⁸² Kevin S. Gould, "The Diverse Protective Roles of Anthocyanin in Leaves". *Journal of Biomrdicine and Biotechnology*. Vol. 5, (2004), h. 315.

¹⁸³ Dina Agustin dan Ismiyati, *Op. cit.*, h. 10.

¹⁸⁴ Loretha Natalia Samber, Haryono Semangun dan Budhi Prasetyo, *Loc. cit.*, h. 2.

serangga herbivora yang nantinya dikhawatirkan dapat merusak pertumbuhan bagian daun pucuk tersebut. Seperti yang sudah dijelaskan Dugald S. Close dan Chistopher L. Beadle mengenai “The Ecophysiology of Foliar Anthocyanin”. Mereka menjelaskan bahwa terdapat beberapa jenis serangga yang akan memilih untuk menghindari diri mereka dalam memakan daun pucuk berwarna merah, karna kandungan antosianin pada daun tersebut memberikan sinyal aposematic bagi serangga herbivora, yang artinya jika pada suatu tanaman terdapat dedaunan berwarna merah terang, maka warna merah terang pada daun tersebut akan tampak gelap bagi serangga herbivora nonmamalia tersebut. Sehingga beberapa jenis serangga menjadi tidak tertarik untuk memakan bagian daun pucuk pada suatu tanaman yang memiliki warna merah cerah¹⁸⁵

Dedaunan yang masih muda pada suatu tanaman memiliki kadar klorofil yang rendah tetapi kandungan antosianin pada daun muda dapat memiliki kadar total fenol yang relatif tinggi.¹⁸⁶ Antosianin pada tanaman memiliki berbagai peranan penting diantara, menambah daya tarik serangga atau hewan untuk membantu penyerbukan dan penyebaran biji yang merupakan dasar kimia pembentukan warna bunga pada golongan angiospermae. Dan juga melindungi tanaman dari berbagai cekaman abiotik, seperti pada saat antosianin berkontribusi dalam mengatur pergerakan osmotik zat terlarut serta menyesuaikan dengan keadaan musim kemarau panjang dan musim dingin maka pada bagian sel epidermis bagian atas permukaan daun, akan

¹⁸⁵ Kevin S. Gould, Loc. cit., h. 315.

¹⁸⁶ Dugald C. Close dan Chistopher L. Beadle, “The Ecophysiology of Foliar Anthocyanin”, *The Botanical Review*, Vol. 69, No. 22. (2003), h. 152

meningkatkan pertahanan diri bagi tanaman terhadap infeksi dan kerusakan yang disebabkan oleh jamur dan juga menjadi kamuflase terhadap hama, antosianin juga menjadi fotoprotektor pada kloroplas dari kerusakan yang disebabkan oleh intensitas cahaya tinggi dari radiasi sinar UV-B, dimana radiasi berlebih ini dapat menyebabkan degradasi pada protein, pero-oksida lipid, penghambatan reaksi fotosintesis, serta biomassa dan mengganggu pertumbuhan tanaman.¹⁸⁷

Antosianin juga dikenal sebagai pelindung yang baik pada suatu tanaman dengan beberapa alasan diantaranya yang pertama antosianin sangat larut dalam air karena antosianin terlibat dalam proses glikosida dan mudah terakumulasi di dalam vakuola. Kedua, antosianin ini bersifat glikosilasi dan juga dapat mengikat dan mengangkat monosakarida reaktif selama tahap perkembangan atau saat keadaan lingkungan sedang kritis. Ketiga, antosianin memiliki kemampuan untuk menyaring sinar UV jika termasuk ke dalam antosianin asilasi dan ada dalam jumlah yang tinggi maka dapat secara signifikan melemahkan UV dan Radiasi yang terlihat.¹⁸⁸

Panjang gelombang 510 nm merupakan panjang gelombang maksimum untuk antosianidin sedangkan pada panjang gelombang 700 nm sebagai pengoreksi endapan yang tersisa dalam sampel. Apabila sampel benar-benar jernih maka nilai absorbansi pada panjang gelombang 700 nm adalah 0. Namun, pada hasil penelitian ini nilai penyerapan atau absorbansi panjang gelombang 700 nm tidak memberikan angka 0,

¹⁸⁷ M. Geetha, dkk., "Extraction of Anthocyanin and Analyzing its Antioxidant from Different Onion (*Allium cepa*) Varieties", *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, Vol. 2, No. 3, (2011), h. 498.

¹⁸⁸ Alexei E. Solovchenko. "Photoprotection in Plants Optical Screening based Mechanisms". (New York : Springer Series in Biophysics 14, (2010)), h. 152.

sebab masih adanya partikel-partikel kecil yang terdapat dalam sampel.¹⁸⁹ Prinsip dasar dari spektroskopis yaitu apabila suatu cahaya dilewatkan melalui larutan berwarna maka radiasi pada panjang gelombang tertentu akan diserap secara selektif dan radiasi lainnya diteruskan (transmisi) kemudian warna yang diserap merupakan warna komplementer dari warna yang diamati. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa absorbansi maksimum berada pada panjang gelombang tertentu.¹⁹⁰

Kandungan senyawa antosianin bagian daun pucuk lebih besar dibandingkan bagian daun lainnya, karena pigmen tersebut memberikan warna merah pada bagian daun pucuknya dimana warna tersebut menunjukkan adanya kandungan senyawa antosianin pada bagian daun tersebut.¹⁹¹ Aktivitas pembentukan antosianin pada bagian-bagian tanaman dapat terjadi secara bersama-sama dengan pembentukan klorofil. Secara kuantitas apabila suatu bagian tanaman berwarna hijau, maka dapat diketahui pada bagian tersebutpun mengandung antosianin lebih sedikit dari pada klorofil atau terjadi penghambatan aktivitas pembentukan senyawa antosianin dari pembentukan klorofil.¹⁹² Tetapi kandungan antosinin ini tidak lebih besar dari kandungan klorofil pada daun pucuk merah, baik pada bagian daun pucuk, bagian daun muda dan bagian daun dewasa kandungan antosininnya lebih rendah sedangkan

¹⁸⁹ Meiny Suzery, Sri Lestari, dan Bmbang Cahyono, *Op. cit.*, h. 5.

¹⁹⁰ Siti Fatimah, Andi Hairil Alimudin dan Afghani Jayuska, *Loc. cit.*, h. 93.

¹⁹¹ Mochamad Choirul Misbachudin, Ferdy S. Rondonuwu dan Adita Sotrisno, *Loc. cit.*, h. 58.

¹⁹² Sukartini dan M. Jawal Abwarudin Syah, "Potensi Kandungan Antosianin pada Daun Muda Tanaman Mangga Sebagai Kriteria Seleksi Dini Zuriat Mangga", *Jurnal Hortikultura*, Vol. 19, No. 1, (2009), h.26.

kandungan klorofilnya lebih tinggi, hal tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 dan 4 berupa hasil absorpsi dari alat spektrofotometer.

C. Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar

Ilmu Pengetahuan Alam adalah ilmu yang erat kaitannya dengan cara mencari tahu mengenai gejala alam secara sistematis. Biologi yaitu suatu satu cabang dari Ilmu Pengetahuan Alam yang menjadi dasar pengembangan teknologi dan konsep hidup harmonis dalam alam. Penerapan teknologi pendidikan dalam pembelajaran bertujuan agar lebih efektif, efisien, lebih banyak, lebih luas, lebih cepat, dan lebih bermakna bagi kehidupan orang yang pelajar atau yang dimaksud di sini yaitu seorang peserta didik.¹⁹³

Proses pembelajaran materi biologi menekankan pada pemberian pengalaman langsung guna mengembangkan kompetensi peserta didik supaya mampu memahami dan menjelajahi alam sekitar secara ilmiah agar dapat meningkatkan kemampuan berfikir analisis, deduktif, dan induktif dalam menyelesaikan masalah yang erat kaitannya dengan mata pelajaran biologi berupa materi metabolisme seperti pada proses fotosintesis tumbuhan.

Hasil penelitian tentang analisis kandungan klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda diketahui bahwa penelitian ini membuktikan adanya perbedaan kadar klorofil dan antosianin pada tingkatan daun yang berbeda. Hal ini perlu dikenalkan kepada

¹⁹³ Yuberti, "Peran Teknologi Pendidikan Islam pada Era Global", *Jurnal AKADEMIKA*, Vol. 20, No. 01, (2015), h. 140.

peserta didik pada tingkat SMA dalam konsep materi pembelajaran biologi yaitu mengenai proses fotosintesis. Yang diimplemetasikan dalam bentuk panduan praktikum untuk peserta didik sebagai salah satu sumber belajar. Panduan praktikum dibuat dalam lembar kegiatan yang berisi materi, alat dan bahan, cara kerja, serta tabel pengamatan dan beberapa pertanyaan yang menggali kemampuan kognitif peserta didik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Jumlah rata-rata kandungan klorofil a daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 73,4 mg/l. selanjtnya kandungan klorofil b daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) tertinggi terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 102,79 mg/l. dan kandungan klorofil total tertinggi daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) terdapat pada bagian daun dewasa yaitu 126,94 mg/l.
2. Jumlah kadar rata-rata kandungan antosianin tertinggi daun pucuk merah (*Syzygium oelana*) terdapat pada bagian daun pucuk yaitu 257,83 mg/l pada panjang gelombang 510 nm. Dan rata-rata kandungan tertinggi daun pucuk merah pada gelombang 700 nm terdapat pada bagiandaun pucuk yaitu 49,08 mg/l. Perbandingan kandungan klorofil total dan senyawa antosianin berdasarkan alat spektrofotometer menunjukkan bahwa kandungan klorofil lebih besar dibandingkan kandungan senyawa antosianin, karena klorofil merupakan pigmen utama pada tumbuhan meskipun daun bagian pucuk berwarna merah, tidak berarti daun tersebut memiliki senyawa antosianin yang dominan, yang dominan tetaplah pigmen klorofil.

B. Saran

Saran yang ingin disampaikan oleh penulis antara lain perlunya penelitian lebih lanjut pada kadar klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan pigmen tersebut seperti suhu yang cocok untuk penyimpanan, pengaruh cahaya dan pH terhadap kestabilan senyawa antosianin, serta penelitian hendaknya dilakukan seteliti mungkin dan secepat mungkin untuk menghindari penyimpangan analisis data hasil penelitian sehingga mendapatkan hasil secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, D. dan I. "Pengaruh Konsentrasi Pelarut pada Proses Ekstraksi Antosianin dari Bunga Kembang Sepatu", *Jurnal Konversi*, 4(2), (2015).
- Ai. Nio Song, dan Y. B. "Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman", *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(1), (2011)
- Anggraini, T. "Antioxidant Activity of *Syzygium oleana*", *Pakistan Journal of Nutrition*, 16(8), 605–611,(2017).
- Anggraini, T." *Sumber Antioksidan Alami*". Padang: Penerbit Erka CV. Rumah Kayu Pustaka utama Anggota IKAPI. (2017).
- Aisha, Abdulrahim F. A. et. al., "*Syzygium campanulatum* Korth. Methanolic Extract Inhibits Angiogenesis and Tumor Growth in Nude Mice", *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13-168, (2013).
- Ariany, Septian Palma, Nirwan Sahiri, dan A. S. "Pengaruh Kuantitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Kadar Antosianin Daun Dewa (*Gynura pseudochina* L.) DC) secara in vitro", *E-urnal Agrotekbis*, 1(5), (2013).
- Arnon, D. I. "Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts Poyphenoloxidase in Beta Vulgaris", *Plant Physiology*, 24(1), (1949).
- Arrohmah. "Studi Karakteristik Klorofil pada Daun Sebagai Material Photodetector Organic". *Skripsi Universitas Sebelas Maret Surakarta*, (2007).
- Aryani, Fitri Martina. "Pengaruh pH terhadap Stabilitas Warna Antosianin Ekstrak Buah Murbei (*Morus alba* L.) secara Spektrofotometer UV-vis". *Akademik Analis Farmasi dan Makanan Yayasan Putera Indonesia Malang*. (2015).

- Atmanegara, P. "Analisa Perbandingan Kandungan klorofil Menggunakan Indeks Vegetasi dengan Data HYMAP (Wilayah Studi : Kabupaten Karawang, Jawa barat)". *Skripsi* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. (2014).
- Azmi, A. N. dan Y. "Ekstraksi Antosianin dari Buah Murbei (*Morus alba*. L) Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Bahan : Pelarut)", *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), (2015).
- Bayu, E. S. "Genom Kloroplas", *e-USU Repository*, (2005).
- Campbell, Neil A., dkk. "*Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*". Jakarta: Erlangga. (2010).
- Center for Invasive Species and Ecosystem Health* (no date). Available at: <http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=0003011> (Accessed: 24 March 2018).
- Close, Dugald C. dan Christopher L.Beadle "The Ecophysiology of Foliar Anthocyanin", *The Botanical Review*, 69(2), (2003).
- Costa, Juned F., K. dan L. L. "Efek Beta Karoten dan Agregasi Klorofil Pada Fotostabilitas Klorofil a dalam Pelarut Aseton", *Jurnal Natur Indonesia*, 11(2), (2009).
- Departemen Agama RI. "*Al-Qur'an dan Terjemahan*". Bandung: Diponegoro. (2010).
- Deselina, M. F. dan G. W. "Keragaman Stek Pucuk *Syzygium oleana* terhadap Pemberian Zat Pengatur Tumbuhan Rootone-F dan Komposisi Media Tanam", *Akta Agrosia*, 18(2), (2015).
- Dewi, Maulida and Zulkarnaen, N. "Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, N – Heksana, Aseton, dan Etanol", Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik. *Skripsi* Universitas Diponegoro Semarang. (2010).
- Djamil, A. S. dan M. J. J. "Analisa Pararelitas Yaasin 36:80 dan Al-Waqi'ah 56:71-

74 dengan Tumbuhan Hijau dan Api", *Analisa Parareltas*, pp. 1–17.

Dodd, I. C., et. al. "Photoinhibition in Differently Coloured Juvenile Leaves of *Syzygium* Species', *Journal of Experimental Botany*", 49(325), (1998).

Fajar, Ahmad, Ratna Ibrahim, dan E. N. D. "Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil, Beta Karoten, dan Caulerpin Alga Hijau (*Caulerpa racemosa*) pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda", *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), (2014).

Fathinatullabibah, Kawiji, dan L. U. K. "Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (*Tectona grandis*) terhadap Perlakuan pH dan Suhu", *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3 (2), 3(2), (2014).

Fatimah, Siti, A. H. A. dan A. J. "Pengaruh Keasaman terhadap Stabilitas Pigmen Cengkodok (*Melastoma malabathricum*), Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* Linn.) serta Campuran Keduanya", *JKK*, 4(1), (2015).

Fitra, M., et. al. "Dye Solar Cell using *Syzygium oleina* Organic Dye", *Jornal of Enengy Procedia*. Elsevier B.V., 36, (2013).

Giusti, M. M. dan R. E. W. "Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-visible Spectroscopy", *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, (2001) .

Gould, Kevin .S. "The Disverse Protective Roles of Anthocyanin in Leaves". *Journal of Biomerdicine and Biotechnology*. Vol. 5. (2004).

Gould, K.S., dan D. . L. "*Anthocyanins in Leaves*". New Zealand: Academis Press. (2002).

Handoko, P. and Fajariyanti, Y. "Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air *Hydrilla verticillata*", *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, (2013).

- Harningtyas, R. A. "Pengaruh Asimetri Informasi Terhadap Sepanjang Anggaran pada Penganggaran Partisipasi dengan Orientasi Etika sebagai Variabel Moderating", *Jurnal Nominal*, 4(2). (2015).
- Hartati, Alif, T. W. dan Y. W. "Analisis Varian Dua Faktor dalam Rancangan Pengamatan Berulang (*Reapet Measure*)", *Jurnal Gaussian*, 2(4), (2013).
- Haryati, N., Saleh, C. and -, E. "Uji Toksisitas dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*", *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1). (2015).
- Hasibuan, E. "Pengenalan Spektrofotometri pada Mahasiswa yang Melakukan Penelitian di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran USU". *Karya Tulis Ilmiah Universitas Sumatera Utara*. (2015).
- Hasidah, dkk. "Kandungan Pigmen Klorofil, Karotenoid dan Antosianin Daun *Caladium*", *Jurnal Protobion*, 6(2) (2017).
- Hayati, E., Budi, U. and Hermawan, R. "Konsentrasi Total Senyawa Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.): Pengaruh Temperatur dan pH", *Jurnal Kimia*, 6(2), (2012).
- Hendriyani, I. S. dan N. S. "Kandungan Klorofil Dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda", *Jurnal Sains & Matematika*, 17(3), (2009).
- Hidayah, T. "Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Hasil Ekstraksi Zat Warna Alami dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus undatus*)", *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. (2013).
- Hidayat, E. B. "*Anatomi Tumbuhan Berbiji*". Bandung: Penerbit ITB. (1995).
- Hörtensteiner, S., Müller, T. and Kräutler, B. "The Mechanism of Chlorophyll

Degradation in Plants", *Highlights of Analytical Chemistry in Switzerland*, 62(5), (2008).

Hutapea, Elvi Rasida Florentina, dkk. "Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Rambutan (*Nephelium lappaceum*) dengan Pelarut Metanol", *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), (2014).

Intani, A. S. "Perancangan Pabrik aseton Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol Kapasitas 19.500 Ton/Tahun". *Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta*. (2009).

Junaidi. "Statistiaik Uji Kruskal-Wallis". Artikel Fakultas Ekonomi Universitas Jambi. (2010).

Juniarta, M. F. "Kajian Konsentrasi Pelarut Aseton Dan Lama Waktu Maserasi Terhadap Karakteristik Pigmen Karotenoid Buah Campolay (*Pouteria campechiana*) Sebagai Zat Warna Alami". in *Artikel*. Bandung: Universitas Pasundan Bandung, (2016).

Juwita, Retno, C. S. dan S. S. "Uji Aktivitas Antihiperurisemia dari Daun Hijau Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) terhadap Mencit Jantan (*Mus musculus*)", *Jurnal Atomik*, 2(1), (2017).

Kimball, J. W. "*Biologi*". Jakarta: Erlangga. (1983).

Lakitan, B. "*Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*". Jakarta: Raja Grafindo Persada. (2012).

Larasati, Emira dyah, Euis Elih Nurlaeli, dan S. "Tanggapan Pertumbuhan dan Warna Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) pada Dosis Pupuk MgSO₄ Tingkat Naungan", *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(9), (2018).

Larasati, T. "Kandungan Klorofil Daun Pepaya Betina (*Carica papaya* L.) pada beberapa Posisi Daun yang Berbeda". *Skripsi Universitas Lampung*. (2017).

Latifah, Nur, dan M. Y. "Stabilitas Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Tepung Beras Hitam Berdasarkan Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan", <http://repository.unmus.ac.id>, (diakses pada 28 Oktober 2018).

Leimena, B. B. "Karakterisasi dan Purifikasi Antosianin pada Buah Duwet (*Syzygium cumini*)". *Skripsi* Institut pertanian Bogor. (2008).

Lestario, Lydia Ninan. "*Antosianin*". Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. (2017)

Mackinney, G. "Absorption of light by chlorophyll solutions", *The Journal of Biological Chemistry*, 140(2), (1941).

Mashud, N. dan F. O. "Karakteristik Fisiologi Daun Aren Varietas Akel Toumung", *Jurnal B. Palma*, 16(1), (2015).

Maulid, R. R. dan A. N. L. "Kadar Total Pigmen Klorofil dan Senyawa Antosianin Ekstrak Kastuba (*Euphorbia pulcherrima*) Berdasarkan Umur Daun", *Seminar Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, (2015).

Mayasari, E. "Pengaruh Tingkat Ketuaan Daun Sokai Segar (*Albertisia papuana* Becc.) Terhadap Kadar Asam Amino Glutamat Bebas", *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 2(1), (2016).

Misbachudin, Mochamad Choirul, F. S. R. dan A. S. "Pengaruh pH Larutan Antosianin Strawberry dalam *Prototipe Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*", *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 10(2), (2014).

Moulana, Ryan, dkk. "Efektivitas Penggunaan Jenis Pelarut dan Asam dalam Proses Ekstraksi Pigmen Antosianin Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.)", *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3), (2012).

Musman, Musri, dkk. "Evaluasi Antihyperglycemic Property dari *Syzygium oleana* (

- Magnoliopsida : Myrtaceae) pericarp*", *Research Journal of Medicinal Plant*, (2017).
- Nanda, Iala W. "Analisis Kandungan Klorofil Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) pada Warna Daun yang Berbeda sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas XI". *Skripsi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta*. (2015).
- Nasikah, Ainun, dkk. "Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari terhadap Perubahan Warna Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)". *Proposal Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta*. (2014).
- Neldawati, R. W. dan G. "Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat", *Pillar of Physics*, (2013).
- Nugrahawati, A. R. "Pengaruh Berbagai Variasi Suhu dan Warna Kemasan terhadap Stabilitas Antosianin Kulit Manggis (*Garcinia mangostana*)", *Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta*. (2010).
- Nuridin, Nuridin, Dkk. "Kandungan Klorofil Berbagai Jenis Daun Tanaman dan Caturturunan Klorofil Serta Karakteristik Fisiko-Kimianya", *Jurnal Gizi dan Pangan*, 4(1), (2009).
- Oktavianin, M. A. dan H. B. N. "Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk dan Skewness-Kurtosis", *Jurnal Biometrik dan Kependudukan*, 3(2). (2014).
- Owen, T. "*Fundamentals Of UV- Visible Spectroscopy*". Germany: Agilent Technologies. (2000).
- Palgunadi, S. dan Y. A. "Klasifikasi Kualitas Kesehatan Daun Mangga Berdasarkan Warna Citra Daun", *Prosiding SNST*, (2014).
- Prasetyo, Susiana, H. S. dan Y. Y. N. "Klorofil Daun Suji Secara Batch dengan

- Pengontakan Dispersi". *Lemabaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Katolik Parahayangan*. (2012).
- Pratama, A. J. dan A. N. L. "Analisis Kandungan Klorofil Gandasuli (*Hedychium gardnerianum* Shephard ex Ker-Gawl) pada Tiga Daerah Perkembangan Daun yang Berbeda", *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, (2015).
- Priska, Melania, dkk. "Antosianin dan Pemanfaatannya", *E-Journal of Applied Chemistry*, (2018).
- Rahmi, N. "Kandungan Klorofil pada Beberaoa Jenis Sayuran sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan", *Skripsi Fakultas Tarbiya dan Keguruan Prodi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh*. (2017).
- Riadi, A. "Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VII SMP 17 Banjarmasin Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TPS dan Model Pembelajaran Kooperatif", *jurnal Ilmiah Pendidikan*, 11(2), (2016).
- Riyono, S. H. "Beberapa Sifat Umum dari Klorofil Fitoplankton", *Oseana*, XXXII(1), (2007).
- Romadanu, S. H. R. dan S. D. L. "Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Lotus (*Nelumbo nucifera*)", *Fishtecch*, 3(1), (2014).
- Samber, L. N., Semangun, H. and Prasetyo, B. 'Karakteristik Antosianin Sebagai Pewarna Alami', *Seminar Nasional X Pendiadiakn Biologi FKIP UNS*, (2015).
- Sangadji, Insun, Muhammad Rijal, dan Y. A. K. "Kandungan Antosianin di dalam Mahkota Beberapa Tanaman Hias", *Jurnal Biology Science & Education*, 6(2), (2017).
- Santoni, Adlis, D. D. dan S. S. "Isolasi Antosianin dari Buah Pucuk Merah (*Syzygium*

- campanulatum* Korth.) serta Pengujian Antioksidan dan Aplikasi sebagai Pewarna Alami", *Prosiding SEMIRATA FMIPA Universitas Lampung*. (2013).
- Sayuti, K. dan R. Y. "Antioksidan Alami dan Sintetik". Padang: Andalas University Press. (2015).
- Sembiring, Fahrul Rozi, R. S. dan E. S. B. "Karakteristik Minyak Atsiri dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum* Korth)", *Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan*, 1(1), (2017).
- Setiabudi, N. A. "Analisis Data Kategorik". Departemen Statistika - FMIPA IPB. (2012).
- Setiari, N. dan Y. N. "Eksplorasi Kandungan Klorofil pada beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar *Food Supplement*", *Jurnal BIOMA*, 11(1), (2009).
- Setiawati, Tia, dkk. "Analisis Kadar Klorofil dan Luas Daun Lampeni (*Ardisia humilis* Thunberg.) pada Tingkat Perkembangan yang Berbeda di Cagar Alam Pangandaran", *Prosiding Seminar Nasional MIPA ISBN 978-602-72216*, (2016).
- Setyawarno, D. "Panduan-Statistika Terapan untuk Penelitian Pendidikan", *Pendidikan IPA FMIPA UNY*, (2016).
- Siahaan, Laura Olivia, dkk. "Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Rambut (*Nephelium lappaceum*) dengan Pelarut Etanol", *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(3), (2014).
- Srawati, Feni dan Muis, A. "Analisis Pemasaran Tanaman Hias Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) pada Usaha Kembang Asri di Kota Palu', *J. Agroland*, 24(2), (2017).
- Suci, Citra Wulan, dan Suwasoni Heddy. "Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap

Kergaman Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*). *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 6, No. 1, (2018).

Sukartini, S. and Anwarudinsyah, M. "Potensi Kandungan Antosianin pada Daun Muda Tanaman Mangga Sebagai Kriteria Seleksi Dini Zuriat Mangga", *Jurnal Hortikultura*, 20(1), (2010).

Sumenda, Lusiana, dkk. "Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda", *Jurnal Bios Logos*, 1(1), (2011).

Suzery, Meiny, SriLestari, dan B. C. "Penentuan Total Antosianin Dari Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) Dengan Metode Maserasi Dan Sokshletasi", *Jurnal Sains Dan Matematika*, 18(1), (2010).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/36-ya-sin/ayat-80#-quraish-shihab> (Accessed: 12 Februari 2018).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/6-Al-An'am/ayat-59#tafsir-jalalaln> (Accessed: 12 Februari 2018).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-71#tafsir-jalalaln> (Accessed: 11 November 2018).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-72#tafsir-jalalaln> (Accessed: 11 November 2018).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-73#tafsir-jalalaln> (Accessed: 11 November 2018).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/56-al-waqiah/ayat-74#tafsir-jalalaln> (Accessed: 11 November 2018).

TafsirQ.com. Available at: <https://tafsirq.com/58-al-mujadalah/ayat-11#tafsir-jalalaln>

(Accessed: 15 November 2018).

- Taiz, L. dan E. Z. "*Plant Physiology's Best Paper award 2002*", Sinauer Associate. Sunderland: Sinauer Associate. (2002).
- Tjitrosoepomo, G. "*Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*". Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. (2010).
- Toro, Arif Nurmawan, R. dan M. R. "Pengaruh Lama Perendaman Koro Benguk (*Mucuna pruriens*) dalam Air Kapur ($\text{Ca(OH}_2\text{)}$) terhadap Kadar Asam Sianida (HCN)", *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 3(2), (2014).
- Wati, Mila, E. dan D. T. "Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Dari Fraksi Etil Asetat pada Daun Berwarna Merah Pucuk Merah (*Syzygium myrtifilium* Walrp .)", *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(2), (2017).
- Winkel-Shirley, B. "Flavonoid Biosynthesis. A Colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology", *Plant Physiology*, 126, (2001).
- Yowani, I. G. A. H. "*Pengaruh Pelarut Aseton dan Tetrahidrofuran (THF) pada Sintesis N-(4-Nitrobenzoil) Tiourea*". Skripsi Universitas Air Langga. (2006).
- Yuberti. "Peran Teknologi Pendidikan pada Era Global", *Akademika*, 20(01), (2006).
- Yunitasar, Wahyu, Endang Susilowati, dan N. D. N. "Pembelajaran Direct Intruction disertai Hierarki Konsep untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa pada Materi Larutan Penyangga Kelas XI IPA Semester Genap SMA Negeri 2 Sragen Tahun Ajaran 2012/2013', *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 2(3). (2013).

Lampiran 1. Hasil Absorbansi Klorofil dari Alat Spektrofotometer UV-vis

**Jumlah Kandungan Klorofil Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*)
pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda**

No.	Sampel	Panjang Gelombang 663 nm		
		1	2	3
1	P1 DP	1,436	2,358	1,953
2	P1 DM	1,278	0,649	0,607
3	P1 DW	1,519	2,696	1,790
4	P2 DP	0,979	0,906	1,381
5	P2 DM	2,110	2,032	1,063
6	P2 DW	3,054	2,935	3,025
7	P3 DP	2,008	2,068	2,027
8	P3 DM	2,533	2,655	1,691
9	P3 DW	3, 147	3,002	3,071

No.	Sampel	Panjang Gelombang 645 nm		
		1	2	3
1	P1 DP	0,067	1,110	0,914
2	P1 DM	0,606	0,305	0,287
3	P1 DW	0,755	1,511	0,893
4	P2 DP	0,449	0,448	0,658
5	P2 DM	1,064	0,978	0,518
6	P2 DW	3,001	1,955	2,606
7	P3 DP	0,955	0,981	0,961
8	P3 DM	1,287	1,386	0,810
9	P3 DW	3,111	2,392	3,195

Keterangan :

P1 DP : Pohon ke 1 Daun Pucuk
 P1 DM : Pohon ke 1 Daun Muda
 P1 DW : Pohon ke 1 Daun Dewasa
 P2 DP : Pohon ke 2 Daun Pucuk
 P2 DM : Pohon ke 2 Daun Muda

P2 DW : Pohon ke 2 Daun Dewasa
P3 DP : Pohon ke 3 Daun Pucuk
P3 DM : Pohon ke 3 Daun Muda
P3 DW : Pohon ke 3 Daun Dewasa

Lampiran 2. Kandungan Klorofil pada Daun

$$\begin{aligned}
 \text{P1 DP 1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 1,436) - (5,76 \times 0,675) \\
 &= 19,6732 - 3,888 \\
 &= 15,7852 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 0,675) - (7,7 \times 1,436) \\
 &= 17,3892 - 11,0572 \\
 &= 6,332 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 0,675) + (0,1 \times 1,436) \\
 &= (13,5) + (0,1436) \\
 &= 13,6436 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P1 DP 2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 2,358) - (5,76 \times 1,110) \\
 &= 32,3046 - 6,3936 \\
 &= 25,911 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 1,110) - (7,7 \times 2,358) \\
 &= 28,638 - 18,1566 \\
 &= 10,4814 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 1,110) + (0,1 \times 2,358) \\
 &= 22,2 + 0,2358 \\
 &= 22,4358 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textbf{P1 DP3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 1,953) - (5,76 \times 0,914) \\
 &= 26,7561 - 5,26464 \\
 &= 21,49146
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 0,914) - (7,7 \times 1,953) \\
 &= 23,5812 - 15,0381 \\
 &= 8,5431 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 0,914) + (0,1 \times 1,953) \\
 &= 18,28 + 0,1953 \\
 &= 18,4753 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textbf{P1 DM1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 1,278) - (5,76 \times 0,606) \\
 &= 17,5086 - 3,49056 \\
 &= 14,01804 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 0,606) - (7,7 \times 1,278)
 \end{aligned}$$

$$= 15,6348 - 9,8406$$

$$= 5,7942 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 0,606) + (0,1 \times 1,278)$$

$$= 12,12 + 0,1278$$

$$= 12,2478 \text{ mg/l}$$

$$\text{P1 DM2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 0,649) - (5,76 \times 0,305)$$

$$= 8,8913 - 1,7568$$

$$= 7,1345 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 0,305) - (7,7 \times 0,649)$$

$$= 7,869 - 4,9973$$

$$= 4,8717 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 0,305) + (0,1 \times 0,649)$$

$$= 6,1 + 0,0649$$

$$= 6,1649 \text{ mg/l}$$

$$\text{P1 DM3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 0,607) - (5,76 \times 0,287)$$

$$= 8,3159 - 1,65312$$

$$= 6,66278 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,287) - (7,7 \times 0,607) \\
 &= 7,4046 - 4,6739 \\
 &= 2,7307
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,287) + (0,1 \times 0,607) \\
 &= 5,74 + 0,0607 \\
 &= 5,8007 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P1 DW1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 1,519) - (5,76 \times 0,755) \\
 &= 20,8103 - 4,3488 \\
 &= 16,4615 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,755) - (7,7 \times 1,519) \\
 &= 19,479 - 11,6963 \\
 &= 7,7827 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,755) + (0,1 \times 1,519) \\
 &= 15,1 + 0,1519 \\
 &= 15,2519 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P1 DW2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 2,696) - (5,76 \times 1,511)
 \end{aligned}$$

$$= 36,9352 - 8,70336$$

$$= 28,23184 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 1,511) - (7,7 \times 2,696)$$

$$= 38,9838 - 20,7592$$

$$= 18,2246 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 1,511) + (0,1 \times 2,696)$$

$$= 30,22 + 0,2696$$

$$= 30,4896 \text{ mg/l}$$

$$\textbf{P1 DW3} \rightarrow 3. \text{ Korofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 1,790) - (5,76 \times 0,893)$$

$$= 24,523 - 5,14368$$

$$= 19,37932 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 0,893) - (7,7 \times 1,790)$$

$$= 23,0934 - 13,783$$

$$= 9,2564 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 0,893) + (0,1 \times 1,790)$$

$$= 17,86 + 0,179$$

$$= 18,039 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{P2DP1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 0,979) - (5,76 \times 0,449) \\
 &= 13,4123 - 2,58624 \\
 &= 10,82606 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 0,449) - (7,7 \times 0,979) \\
 &= 11,5842 - 7,5383 \\
 &= 4,0459 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 0,449) + (0,1 \times 0,979) \\
 &= 8,98 + 0,0979 \\
 &= 9,0779 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{P2DP2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 0,906) - (5,76 \times 0,448) \\
 &= 12,4122 - 2,58048 \\
 &= 9,83172 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 0,448) - (7,7 \times 0,906) \\
 &= 11,5584 - 6,9762 \\
 &= 4,5822 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 0,448) + (0,1 \times 0,906)
 \end{aligned}$$

$$= 8,96 + 0,0906$$

$$= 9,0506 \text{ mg/l}$$

$$\textbf{P2 DP3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 1,381) - (5,76 \times 0,658)$$

$$= 18,9197 - 3,79008$$

$$= 15,12962$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 0,658) - (7,7 \times 1,381)$$

$$= 16,9764 - 10,6337$$

$$= 6,3427 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 0,658) + (0,1 \times 1,381)$$

$$= 13,16 + 0,1381$$

$$= 13,2981 \text{ mg/l}$$

$$\textbf{P2 DM1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 2,110) - (5,76 \times 1,064)$$

$$= 28,907 - 6,12864$$

$$= 22,77836 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 1,064) - (7,7 \times 2,110)$$

$$= 27,4512 - 16,247$$

$$= 11,2042$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 1,064) + (0,1 \times 2,110) \\
 &= 21,28 + 0,211 \\
 &= 21,4911 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P2 DM2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 2,032) - (5,76 \times 0,978) \\
 &= 27,8384 - 5,63328 \\
 &= 22,20512 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,978) - (7,7 \times 2,032) \\
 &= 25,2324 - 15,6464 \\
 &= 9,586 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,978) + (0,1 \times 2,032) \\
 &= 19,56 + 0,2032 \\
 &= 19,7632 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P2 DM3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 1,063) - (5,76 \times 0,518) \\
 &= 14,5631 - 2,98368 \\
 &= 11,57942 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,518) - (7,7 \times 1,062)
 \end{aligned}$$

$$= 13,3644 - 8,1851$$

$$= 5,1793 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 0,518) + (0,1 \times 1,062)$$

$$= 10,36 + 0,1063$$

$$= 10,4663 \text{ mg/l}$$

$$\text{P2 DW1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 3,054) - (5,76 \times 3,001)$$

$$= 41,8390 - 17,28576$$

$$= 24,55404 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 3,001) - (7,7 \times 3,054)$$

$$= 77,4258 - 23,5158$$

$$= 53,91 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 3,001) + (0,1 \times 3,054)$$

$$= 60,02 + 0,3054$$

$$= 60,3254 \text{ mg/l}$$

$$\text{P2 DW2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 2,935) - (5,76 \times 1,955)$$

$$= 40,2095 - 11,2608$$

$$= 28,9487 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 1,955) - (7,7 \times 2,935) \\
 &= 50,439 - 22,5995 \\
 &= 27,8395 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 1,955) + (0,1 \times 2,935) \\
 &= 39,1 + 0,2935 \\
 &= 39,3935 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textbf{P2 DW3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 3,025) - (5,76 \times 2,606) \\
 &= 41,4425 - 15,01056 \\
 &= 26,43194 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 2,606) - (7,7 \times 3,025) \\
 &= 67,2348 - 23,2925 \\
 &= 43,9423 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 2,606) + (0,1 \times 3,025) \\
 &= 52,12 + 0,3025 \\
 &= 52,4225 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textbf{P3 DP1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 2,008) - (5,76 \times 0,955)
 \end{aligned}$$

$$= 27,5096 - 5,5008$$

$$= 22,0088 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,955) - (7,7 \times 2,008)$$

$$= 24,639 - 15,4616$$

$$= 9,1774 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,995) + (0,1 \times 2,008)$$

$$= 19,1 + 0,2008$$

$$= 19,3008 \text{ mg/l}$$

$$\textbf{P3 DP2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 2,068) - (5,76 \times 0,981)$$

$$= 28,3316 - 5,65056$$

$$= 22,68104 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,981) - (7,7 \times 2,068)$$

$$= 25,3098 - 15,9236$$

$$= 9,3862 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,981) + (0,1 \times 2,068)$$

$$= 19,62 + 0,2068$$

$$= 19,8268 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P3 DP3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 2,027) - (5,76 \times 0,961) \\
 &= 27,7699 - 5,53536 \\
 &= 22,23454 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 0,961) - (7,7 \times 2,027) \\
 &= 24,7938 - 15,6079 \\
 &= 9,1859 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 0,961) + (0,1 \times 2,027) \\
 &= 19,22 + 0,2027 \\
 &= 19,4227 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P3 DM1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 2,533) - (5,76 \times 1,287) \\
 &= 34,7021 - 7,41312 \\
 &= 27,28898 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 1,287) - (7,7 \times 2,533) \\
 &= 33,2046 - 19,5041 \\
 &= 13,7005 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 1,287) + (0,1 \times 2,533)
 \end{aligned}$$

$$= 25,74 + 0,2533$$

$$= 25,9933 \text{ mg/l}$$

$$\textbf{P3 DM2} \rightarrow 2. \text{ Korofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 2,655) - (5,76 \times 1,388)$$

$$= 36,3735 - 7,98336$$

$$= 28,39014 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 1,388) - (7,7 \times 2,655)$$

$$= 35,7588 - 20,4435$$

$$= 15,3153 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 1,388) + (0,1 \times 2,655)$$

$$= 27,72 + 0,2655$$

$$= 27,9855 \text{ mg/l}$$

$$\textbf{P3 DM3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 1,691) - (5,76 \times 0,810)$$

$$= 23,1667 - 4,6656$$

$$= 18,5011 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 0,810) - (7,7 \times 1,691)$$

$$= 20,898 - 13,0207$$

$$= 7,8773 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 0,810) + (0,1 \times 1,691) \\
 &= 16,2 + 0,1961 \\
 &= 16,3691 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P3 DW1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 3,147) - (5,76 \times 3,111) \\
 &= 43,1139 - 17,93664 \\
 &= 25,17726 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 3,111) - (7,7 \times 3,147) \\
 &= 80,2638 - 24,2319 \\
 &= 56,0319 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klo. Total} &= (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663}) \\
 &= (20,0 \times 3,111) + (0,1 \times 3,147) \\
 &= 62,22 + 0,3147 \\
 &= 62,5347 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P3 DW2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645}) \\
 &= (13,7 \times 3,002) - (5,76 \times 2,392) \\
 &= 41,1274 - 13,77792 \\
 &= 27,34948 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663}) \\
 &= (25,8 \times 2,392) - (7,7 \times 3,002)
 \end{aligned}$$

$$= 61,7136 - 23,1154$$

$$= 38,5982 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 2,392) + (0,1 \times 3,002)$$

$$= 47,84 + 0,3002$$

$$= 48,1402 \text{ mg/l}$$

$$\text{P3 DW3} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD663}) - (5,76 \times \text{OD645})$$

$$= (13,7 \times 3,071) - (5,76 \times 3,195)$$

$$= 42,0727 - 18,403$$

$$= 23,6695 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD645}) - (7,7 \times \text{OD663})$$

$$= (25,8 \times 3,195) - (7,7 \times 3,071)$$

$$= 82,431 - 23,6467$$

$$= 58,7843 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klo. Total} = (20,0 \times \text{OD645}) + (0,1 \times \text{OD663})$$

$$= (20,0 \times 3,195) + (0,1 \times 3,071)$$

$$= 63,9 + 0,3071$$

$$= 64,2071 \text{ mg/l}$$

Lampiran 3. Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total

Kandungan klorofil a daun tanaman pucuk merah (*Syzygium olena*)

Perlakuan	Kandungan Klorofil a (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	15,78	10,83	22,01	
	25,91	9,83	22,68	
	21,49	15,13	22,23	
Jumlah	63,18	35,79	66,92	165,89
Rata-rata	21,06	11,93	22,31	55,3

Perlakuan	Kandungan Klorofil a (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	14,02	22,79	27,28	
	7,13	22,21	28,04	
	6,63	11,58	11,50	
Jumlah	27,78	56,58	66,82	151,18
Rata-rata	9,26	18,86	22,27	50,39

Perlakuan	Kandungan Klorofil a (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	16,46	24,55	25,18	
	28,23	28,95	27,35	
	19,38	26,43	23,67	
Jumlah	64,07	79,93	76,2	220,2
Rata-rata	21,36	26,64	25,4	73,4

**Perhitungan Kandungan Klorofil a Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)
Menggunakan ANAVA dengan SPSS 16.0**

a. Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.686	2	6	0,262

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari levene test mempunyai nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Maka disimpulkan bahwa distribusi data sama atau homogen.

b. Uji Analisis Varian

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Bebas (df)	Rerata Kuadrat (MS)	F _{hitung}	Probabilitas (Sig.)
Antar Kelompok	97,909	2	48,954	1,723	0,256
Dalam Kelompok	170,483	6	28,414		
Total	268,392	8			

Kandungan klorofil b daun tanaman pucuk merah (*Syzygium olena*)

Perlakuan	Kandungan Klorofil b (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	6,33	4,05	9,18	
	10,48	4,58	9,38	
	8,54	6,34	9,19	
Jumlah	25,35	14,97	20,25	60,57
Rata-rata	8,45	4,99	6,75	20,19

Perlakuan	Kandungan Klorofil b (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	5,79	11,20	13,7	
	4,87	9,59	15,32	
	2,73	5,18	7,88	
Jumlah	13,39	25,97	36,9	76,26
Rata-rata	4,46	8,66	12,3	25,42

Perlakuan	Kandungan Klorofil b (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	7,78	53,91	50,03	
	18,22	27,84	38,6	
	9,26	43,94	58,78	
Jumlah	35,26	125,69	147,41	308,36
Rata-rata	11,75	41,9	47,14	102,79

**Perhitungan Kandungan Klorofil b Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)
Menggunakan ANAVA dengan SPSS 16.0**

a. Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
9,279	2	6	0,015

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji levene test mempunyai nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka data tidak homogen.

b. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistic	Hasil
Chi-Square	4,622
Df	2
Asymp. Sig.	0,099

Karna data tidak homogeny, sehingga tidak dapat dilakukan uji anava dan sebagai gantinya dilakukan uji Kruskal-Wallis, dan hasilnya menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, artinya tidak berbeda nyata.

Kandungan klorofil total daun tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*)

Perlakuan	Kandungan Klorofil Total (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	13,64	9,08	19,30	
	22,44	9,05	19,83	
	18,48	13,3	19,42	
Jumlah	54,56	31,34	58,55	144,45
Rata-rata	18,19	10,45	19,52	48,16

Perlakuan	Kandungan Klorofil Total (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	12,25	21,49	26,0	
	6,16	19,76	27,99	
	5,80	10,47	16,37	
Jumlah	24,21	51,72	70,36	146,29
Rata-rata	8,07	17,24	23,45	48,76

Perlakuan	Kandungan Klorofil Total (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	15,25	60,33	62,53	
	30,49	39,4	48,14	
	18,04	52,42	54,21	
Jumlah	63,78	152,15	164,88	380,81
Rata-rata	21.26	50,72	54,96	126,94

**Perhitungan Kandungan Klorofil Total Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)
Menggunakan ANAVA dengan SPSS 16.0**

a. Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,589	2	6	0,062

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi uji Levene test lebih besar dari 0,05, maka data sama atau homogen.

b. Uji Analisis Varian

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Bebas (df)	Rerata Kuadrat (MS)	F _{hitung}	Probabilitas (Sig.)
Antar Kelompok	1368,751	2	684,376	4,879	0,055
Dalam Kelompok	841,566	6	140,261		
Total	2210,317	8			

Tabel diatas menunjukkan hasil uji anava lebih besar dari 0,05, artinya tidak berebda nyata dan tidak dapat melanjutkan pada uji lanjut LSD/BNT.

Lampiran 4. Hasil Absorbansi Antosianin dari Alat Spektrofotometer

Jumlah Kandungan Antosianin Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium Olena*)

pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda

No.	Sampel	λ 510 nm	λ 700 nm
1	P1 DP1	0,421	0,085
2	P1 DP2	0,516	0,091
3	P1 DP3	0,630	0,102
4	P1 DM1	0,286	0,062
5	P1 DM2	0,274	0,059
6	P1 DM3	0,305	0,068
7	P1 DW1	0,417	0,076
8	P1 DW2	0,441	0,079
9	P1 DW3	0,425	0,079
10	P2 DP1	0,422	0,079
11	P2 DP2	0,481	0,082
12	P2 DP3	0,476	0,082
13	P2 DM1	0,232	0,054
14	P2 DM2	0,227	0,054
15	P2 DM3	0,253	0,055
16	P2 DW1	0,202	0,055
17	P2 DW2	0,296	0,070
18	P2 DW3	0,196	0,055
19	P3 DP1	0,427	0,089
20	P3 DP2	0,427	0,086
21	P3 DP3	0,507	0,127
22	P3 DM1	0,211	0,054
23	P3 DM2	0,273	0,074
24	P3 DM3	0,199	0,051
25	P3 DW1	0,356	0,068
26	P3 DW2	0,366	0,070
27	P3 DW3	0,408	0,078

Lampiran 5. Total Kandungan Senyawa Antosianin Daun Pucuk Merah

$$\text{Total Antosianin (mg/l)} = \frac{A \times DF \times 1000}{55,9 \times 1}$$

Keterangan:

A : Absorbansi
 DF : Faktor Pengencer
 1000 : Mengubah g menjadi mg

Kadar kandungan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada panjang gelombang 510 nm

$$\text{POHON 1 (P1 DP)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,421 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 78,31 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,516 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 92,31 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,630 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 112,70 \text{ mg/l}$$

$$\text{(P1 DM)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,286 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 51,16 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,274 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 54,56 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,305 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 54,56 \text{ mg/l}$$

$$\text{(P1 DW)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,417 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 74,60 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,441 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 78,89 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,425 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 76,03 \text{ mg/l}$$

$$\text{POHON 2 (P2 DP)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,422 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 75,49 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,481 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 86,05 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,476 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 85,15 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P2 DM}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,232 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 41,50 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,227 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 40,61 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,253 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 45,26 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P2 DW}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,202 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 36,14 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,296 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 52,95 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,196 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 35,06 \text{ mg/l}$$

$$\text{POHON 3 (P3 DP)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,427 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 76,39 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,427 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 76,39 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,507 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 90,70 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P3 DM}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,211 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 37,75 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,273 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 48,84 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,199 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 35,60 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P3 DW}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,356 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 63,69 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,366 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 65,47 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,408 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 72,99 \text{ mg/l}$$

Lampiran 6. Kandungan Antosianin pada Panjang Gelombang 510 nm

**Kandungan antosianin λ 510 nm Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*)
pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda.**

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 510 (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	78,31	75,49	76,39	
	92,31	86,05	76,39	
	112,70	85,15	90,70	
Jumlah	283,32	246,69	243,48	773,49
Rata-rata	94,44	82,23	81,16	257,83

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 510 (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	51,16	41,50	37,75	
	54,56	40,61	48,84	
	54,56	45,26	35,60	
Jumlah	160,28	127,37	122,49	410,14
Rata-rata	53,43	42,46	40,83	136,72

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 510 (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	74,60	36,17	63,69	
	78,89	52,95	65,47	
	76,03	33,06	72,99	
Jumlah	229,52	122,18	202,15	553,85
Rata-rata	76,51	40,73	67,38	184,62

Perhitungan Kandungan antosianin λ 510 Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Menggunakan ANAVA dengan SPSS 16.0

a. Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,088	2	6	0,120

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, artinya data tersebut homogen.

b. Uji Analisis Varian

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Bebas (df)	Rerata Kuadrat (MS)	F _{hitung}	Probabilitas (Sig.)
Antar Kelompok	2480,194	2	1240,097	8,322	0,019
Dalam Kelompok	894,044	6	149,007		
Total	3374,238	8			

Tabel di atas menunjukkan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, artinya berbeda nyata dan dapat dilakukan uji lanjut BNT/LSD.

c. Hasil BNTA/LSD

Perlakuan	Hasil BNT/LSD
Daun Pucuk	85,94 ^a \pm 7,73
Daun Muda	45,57 ^{ab} \pm 6,85
Daun Dewasa	64,35 ^{ab} \pm 20,53

Lampiran 7. Kandungan Total Antosianin Daun Pucuk Merah

$$\text{Total Antosianin (mg/l)} = \frac{A \times DF \times 1000}{55,9 \times 1}$$

Keterangan:

A : Absorbansi
 DF : Faktor Pengencer
 1000 : Mengubah g menjadi mg

Kadar kandungan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)

pada panjang gelombang 700 nm.

$$\text{POHON 1 (P1DP)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,085 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 15,21 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,091 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 16,28 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,102 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 18,25 \text{ mg/l}$$

$$\text{(P1DM)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,062 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 11,09 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,059 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 10,55 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,068 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 12,16 \text{ mg/l}$$

$$\text{(P1 DW)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,076 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 13,60 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,079 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 14,13 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,079 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 14,13 \text{ mg/l}$$

$$\text{POHON 2 (P2 DP)} \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,079 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 14,13 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,082 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 14,67 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,082 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 14,67 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P2 DM}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,054 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 9,66 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,054 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 9,66 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,055 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 9,84 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P2 DW}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,055 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 9,84 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,070 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 12,52 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,055 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 9,84 \text{ mg/l}$$

$$\text{POHON 3} \rightarrow (\text{P3 DP}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,089 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 15,92 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,086 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 15,38 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,127 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 22,72 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P3 DM}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,054 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 10,55 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,074 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 13,24 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,051 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 9,12 \text{ mg/l}$$

$$(\text{P3DW}) \rightarrow \text{Ulangan 1} \rightarrow \frac{0,068 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 12,16 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 2} \rightarrow \frac{0,070 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 12,25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ulangan 3} \rightarrow \frac{0,078 \times 10 \times 1000}{55,9 \times 1} = 13,95 \text{ mg/l}$$

Lampiran 8. Kandungan Antosianin pada Panjang Gelombang 700 nm

**Kandungan antosianin λ 700 nm Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium olena*)
pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda**

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 700 (mg/l) Daun Pucuk			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Pucuk	15,21	14,13	15,92	
	16,28	14,67	15,38	
	18,25	14,67	22,72	
Jumlah	49,74	43,47	54,02	147,23
Rata-rata	16,58	14,49	18,01	49,08

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 700 (mg/l) Daun Muda			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Muda	11,09	9,66	10,55	
	10,55	9,66	13,24	
	12,16	9,84	9,12	
Jumlah	33,8	29,16	32,91	95,87
Rata-rata	11,27	9,72	10,97	31,96

Perlakuan	Kandungan Antosianin λ 700 (mg/l) Daun Dewasa			Total
	Ulangan			
	1	2	3	
Daun Dewasa	13,60	9,84	12,16	
	14,13	12,52	12,25	
	14,13	9,84	13,95	
Jumlah	41,86	32,2	38,36	112,42
Rata-rata	13,95	10,73	12,79	37,47

Perhitungan Kandungan Antosianin λ 700 Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Menggunakan ANAVA dengan SPSS 16.0

a. Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
14,362	2	6	0,005

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka data tidak homogen.

b. Uji Kruskal-Wallis





Test Statistic	Hasil
Chi-Square	5,956
Df	2
Asymp. Sig.	0,051


Tabel di atas menunjukkan nilai signifikansi uji Kruskal-Wallis lebih besar dari 0,05 maka data tidak berbeda nyata, uji ini dilakukan sebagai pengganti uji anava karena data sebelumnya tidak homogen.




Lampiran 9. Foto Pengamatan Klorofil dan Antosianin




No.	Pengamatan	Gambar
1	Pemetikan daun pucuk merah	
2	Masing-masing daun pucuk merah dari bagian daun pucuk, muda dan dewasa yang sudah dipisahkan pada kantong plastik.	



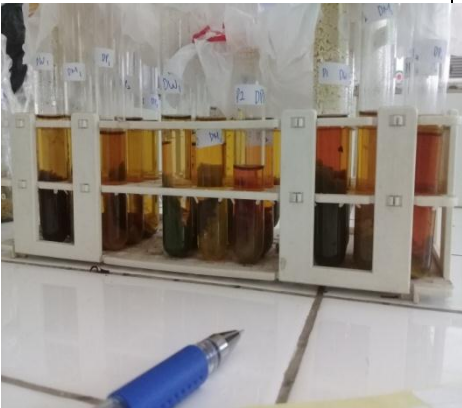
		
3	Daun pucuk merah dikering anginkan	
4	Daun pucuk merah dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil	




		
5	Menimbang daun pucuk merah	
6	Sampel yang sudah ditimbang dengan timbangan analitik	
7	Proses penggerusan sampel	




8	Proses pemberian aseton dan penyaringan ekstrak dengan kertas saring	 
9	Ekstrak klorofil yang sudah disaring diletakkan di tabung reaksi dan di sentrifus	 





		
10	Absorbansi dengan alat spektrofotometer	
11	Sampel antosianin yang sudah didiamkan 24 jam pada suhu kamar dengan pelarut aseton	



12	Memindahkan ekstrak pada erlenmeyer setelah di saring	
13	Proses penyaraingan ekstrak antosianin sebelum ditambahkan dengan larutan buffer	 
14	Setelah ekstrak di saring dan ditambah larutan buffer, lalu	

	dimasukkan ke dalam tabung reaksi	
15	Ekstrak antosianin di sentrifus	 

16	Ekstrak akan diabsorbansi dengan alat spektrofotometer	
17	Meletakkan ekstrak pada cuvet	
18	Aseton	

19	Tabung reaksi dan rak tabung reaksi	
20	Spektrofotometer	
21	Cuvet	

22	Gelas ukur	
23	Potassium klorida dan sodium asetata dalam Erlenmeyer	
24	Cawan petri	
25	Kertas saring	

26	Tissue	
27	Kamera handphone	

Lampiran 10. Silabus

SILABUS PEMINATAN MATEMATIKA DAN ILMU-ILMU ALAM**MATA PELAJARAN BIOLOGI SMA**

SEKOLAH :

MATA PELAJARAN : BIOLOGI

KELAS : XII

KOMPETENSI DASAR		MATERI POKOK	PEMBELAJARAN	PANILAIAN	ALOKAS I WAKTU	SUMBER BELAJAR
Enzim dan Metabolisme Sel						
1.1	Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang struktur dan fungsi DNA, gen dan kromosom dalam pembentukan dan pewarisan sifat serta pengaturan proses pada makhluk hidup	1. Enzim <ul style="list-style-type: none"> Komponen Cara kerja enzim 	1. Enzim Mengamati <ul style="list-style-type: none"> Melakukan percobaan mengunyah nasi sebanyak 32 kali kunyah dan merasakan sensasi manis pada nasi/karbohidrat lainnya. Menanya <ul style="list-style-type: none"> Siswa dimotivasi untuk membuat pertanyaan kreatif dan kritis tentang enzim berdasarkan percobaan yang dilakukan dan ilustrasi fungsi enzim. Mengumpulkan	Tugas <ul style="list-style-type: none"> Membuat sablon, souvenir, dompet, tas dengan hiasan dari struktur jaringan pada tumbuhan dan hewan Observasi <ul style="list-style-type: none"> Kerja ilmiah dan keselamatan kerja saat melakukan pengamatan Pemahaman konsep berdasarkan tanya jawab selama proses pembelajaran 	5 minggu x 4 JP	<ul style="list-style-type: none"> Buku Biologi siswa Buku kerja /LKS Peralatan Laboratorium untuk uji sifat dan kerja enzim
1.2	Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses					
1.3	Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran					

	agama yang dianutnya.		data (eksperimen/eksplorasi)	n		
2.1	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.	2. Katablisme karbohidrat	<ul style="list-style-type: none"> Menggali informasi tentang kerja enzim pada proses pencernaan di mulut, lambung dan usus duabelas jari (apa persamaan dan perbedaannya) untuk dapat menyimpulkan bahwa enzim memiliki sifat khas dan cara kerja tertentu. Melakukan percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim katalase 	Portofolio <ul style="list-style-type: none"> Laporan Pengamatan Tes <ul style="list-style-type: none"> Konsep tentang jaringan pada tumbuhan dan hewan, dan hubungannya dengan fungsinya dengan menunjukkan jaringan dapat menunjukkan fungsinya Kosa kata baru dalam konsep jaringan tumbuhan dan hewan 	1 minggu x 4 JP	<ul style="list-style-type: none"> Buku Biologi siswa Buku kerja /LKS Peralatan Laboratorium untuk percobaan fermentasi
2.2	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan		Mengasosiasikan <ul style="list-style-type: none"> Mendiskusikan hasil percobaan uji kerja enzim katalase dan mengkaitkan dengan sifat-sifat enzim dari hasil kajian literatur. Menyimpulkan tentang sifat, fungsi dan kerja enzim. 	Tugas <ul style="list-style-type: none"> Mencari informasi tentang katabolisme karbohidrat Membuat bagan dari barnag bekas 		

	kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.		Mengkomunikasikan <ul style="list-style-type: none"> Menyusun laporan hasil percobaan secara tertulis. 	untuk menunjukkan proses katabolisme		
3.2	Memahami peran enzim dalam proses metabolisme dan menyajikan data tentang proses metabolisme berdasarkan hasil investigasi dan studi literature untuk memahami proses pembentukan energi pada makhluk hidup.		2. Katabolisme Karbohidrat Mengamati <ul style="list-style-type: none"> Menonton video/gambar tentang aktivitas yang memerlukan dan menghasilkan energi. Mengkaji literatur tentang katabolisme karbohidrat, protein dan lemak. 	Observasi <ul style="list-style-type: none"> Sikap ilmiah dalam diskusi dan mengerjakan tugas di rumah Portofolio <ul style="list-style-type: none"> Laporan Percobaan (format dan isi laporan) Test <ul style="list-style-type: none"> Konsep katabolisme dan keterkaitan antara katabolisme karbohidrat, protein dan lemak Produk berbasis proses katabolisme 		
4.2	Melaksanakan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.	3. Anabolisme	Menanya <ul style="list-style-type: none"> Menggali siswa untuk bertanya tentang Apa beda respirasi dan fermentasi? Termasuk proses manakah dari metabolisme 			

			<p>kedua proses di atas?</p> <p>Mengumpulkan Data (Eksperimen Eksplorasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskusi tentang proses katabolisme (respirasi aerob dan fermentasi) menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya. • Membandingkan kedua proses dan menyimpulkan apa kelebihan dan kekurangan antara kedua proses di atas. • Melakukan percobaan fermentasi alkohol oleh jamur <i>Saccharomyces cereviceae</i> bagaimana prosesnya dan apa bahan serta hasilnya. • Diskusi tentang penerapan proses katabolisme dalam kehidupan. • melakukan observasi pasar untuk 	<p>Tugas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mencari informasi tentang anabolisme • Membuat bagan dari barnag bekas untuk menunjukka n proses anabolisme <p>Observasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap ilmiah dalam diskusi dan mengerjakan tugas di rumah <p>Portofolio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laporan Percobaan (format dan isi laporan) 		
--	--	--	---	--	--	--

			<p>mengidentifikasi produk-produk yang menerapkan proses katabolisme.</p> <p>Mengasosiasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengolah data hasil percobaan, dan menyimpulkan tentang proses katabolisme. • Mengkaitkan penerapan proses katabolisme dengan produk-produk makanan, minuman, obat-obatan/suplement dan melaporkan dalam bentuk tabel. • Menjawab permasalahan dalam kehidupan yang berkaitan dengan proses metabolisme, misalnya pada orang diet karbohidrat dengan menggantikannya dengan protein. 	<p>Test</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsep anabolisme pada fotosintesis dan keterkaitan 	
--	--	--	--	--	--

			<p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyusun laporan hasil percobaan fermentasi. • Tabel produk yang menerapkan proses katabolisme. <p>1. Anabolisme</p> <p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melihat tayangan animasi /gambar/ diagram pemanfaatan energi matahari oleh tumbuhan. • Mengkaji berbagai sumber tentang bahan, proses, tempat berlangsung serta hasil dari fotosintesis. <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menggali pertanyaan dari siswa tentang hal fungsi cahaya dalam proses fotosintesis? • Apa yang dihasilkan dalam proses 			
--	--	--	--	--	--	--

			<p>fotosintesis?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apa yang diperlukan dalam proses fotosintesis? <p>Mengumpulkan Data (Eksperimen/Ekplo rasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan berbagai percobaan fotosintesis (Ingenhouze. Sachs). • Melakukan diskusi kelas / kelompok tentang hasil percobaan dikaitkan dengan konsep tentang bahan, proses, tempat berlangsung serta hasil fotosintesis. <p>Mengasosiasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendiskusikan dan menganalisis data hasil percobaan. • Menarik kesimpulan hasil percobaan dan hasil diskusi dan mempresentasikan hasilnya di depan kelas. <p>Mengkomunikasik</p>			
--	--	--	--	--	--	--

			an <ul style="list-style-type: none"> • Menyusun laporan hasil praktikum. • Mempresentasikan hasil diskusi dan hasil praktikum tentang pemenuhan energi pada fotosintesis. 			
--	--	--	---	--	--	--

Bandar Lampung, Januari 2019

Oreza Nur Eka Putri

Lampiran 11. Panduan Praktikum

PRAKTIKUM

**PENGUKURAN KANDUNGAN KLOROFIL DAN SENYAWA ANTOSIANIN
DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*) BERDASARKAN TINGKAT
PERKEMBANGAN DAUN YANG BERBEDA**

A. Tujuan Praktikum

1. Untuk mengetahui jumlah kadar klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.
2. Untuk mengetahui perbandingan dari pengukuran kadar klorofil dan senyawa antosianin daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berdasarkan tingkat perkembangan daun yang berbeda.

B. Teori

Klorofil merupakan suatu pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Kloroplas berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energy kimia. Proses fotosintesis pada tumbuhan membutuhkan klorofil, maka klorofil umumnya disintesis pada daun untuk menangkap sinar matahari yang jumlahnya berbeda pada tiap spesiesnya tergantung dari faktor lingkungan dan genetic. Senyawa antosianin merupakan pigem yang larut dalam air secara alami dan

terdapat pada berbagai jenis tumbuhan. Antosianin ditemukan di alam pada berbagai tanaman buah-buahan maupun sayuran, dan menimbulkan berbagai variasi warna dari merah muda, merah tua, biru sampai ungu.

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) merupakan tanaman hias yang yang tergolong dalam family *Myrtaceae*. Tanaman ini menunjukkan perbedaan pada warna daunnya. Daun bagian pucuk berwarna kemerahan, daun muda berwarna hijau kecoklatan dan daun dewasa berwarna hijau tua. Sehingga perbedaan daun tersebut menunjukkan adanya perbedaan kandungan pigmen klorofil dan senyawa antosianin daun tersebut.

C. Alat dan Bahan

- a. Alat-alat yang digunakan adalah gunting, sarung tangan, beaker glass, tabung reaksi, rak tabung, Erlenmeyer, gelas ukur, corong, pipet tetes, mortar, penggerus, timbangan analitik, kantong plastik, kertas saring, cawan petri, kamera digital, cuvet dan Spektrofotometer UV-Vis.
- b. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah daun pucuk merah dari berbagai tingkat perkembangan daun yang berbeda, tissue, kertas label, aquades, dan aseton.

D. Cara Kerja

1. Ekstraksi pigmen klorofil

Daun pucuk merah yang digunakan dipetik dari pohonnya, sesuai dengan tingkat perkembangan daun yaitu daun ke-2 sampai ke-3 dari pucuk (umur fisiologis muda (pucuk)), daun ke-5 sampai ke-7 dari pucuk (fisiologis sedang), dan daun ke-9 sampai ke-12 dari pucuk (umur fisiologis tua). Daun dimasukkan dalam kantong plastik secara terpisah sesuai dengan kelompoknya untuk dianalisis kandungan klorofilnya di laboratorium. Helaian daun pucuk merah diambil sebanyak 9 gram pada masing-masing bagian daun tanaman, kemudian helaian daun pucuk merah dipotong kecil-kecil lalu diangin-anginkan selama ± 2 hari, daun yang sudah kering ditimbang lagi sebanyak 1 gram. Selanjutnya daun dihaluskan dan diekstraksi dengan aseton sebanyak 10 ml sampai semua klorofil larut. Lalu ekstrak yang telah dihasilkan disaring dan supernatant ditampung dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan aseton sampai 5 ml. tabung reaksi ditutup rapat dan di sentrifugasi. Kemudian filtrat yang didapat ditempatkan dalam cuvet pada spektrofotometer. Selanjutnya kandungan klorofil diabsorbansi menggunakan alat spektrofotometer pada λ 663 nm dan λ 645 nm dengan metode Arnon (1949).

Kadar total klorofil dihitung dengan metode Arnon (1949) :

$$\text{Klo a} = (13,7 \times \text{OD } 663) - (5,76 \times \text{OD } 645) \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klo b} = (25,8 \times \text{OD } 645) - (7,7 \times \text{OD } 663) \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klo total} = (20,0 \times \text{OD } 645) + (0,1 \text{ OD } 663) \text{ (mg/l)}$$

Keterangan :

K_{lo a} = Klorofil a
 K_{lo b} = Klorofil b
 K_{lo total} = Klorofil total
 OD₆₆₃ = Optical density pada panjang gelombang 663 nm.
 OD₆₄₅ = Optical density pada panjang gelombang 645 nm.
 Mg/l = milligram/liter

Analisis data

- a. Dimasukkan data hasil pengamatan klorofil pada absorbansi atau optical density (OD) larutan tersebut pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm pada tabel berikut :

Bagian Daun Pucuk Merah	$\lambda=663 \text{ nm}$	$\lambda=645 \text{ nm}$
Bagian Daun Pucuk		
Bagian Daun Muda		
Bagian Daun Dewasa		

- b. Berdasarkan nilai diatas jumlah kadar klorofil menggunakan rumus Arnon dan dimasukkan ke dalam tabel berikut :

Bagian Daun Pucuk Merah	Jumlah Klorofil a	Jumlah Klorofil b	Jumlah Klorofil Total
Bagian Daun Pucuk			
Bagian Daun Muda			
Bagian Daun Dewasa			

2. Ekstraksi pigmen antosianin

Sampel daun pucuk merah yang akan diteliti, sebelumnya dilakukan pemilihan agar lebih menjamin hasil yang bagus. Helai daun pucuk merah diambil sebanyak 9 gram pada masing-masing bagian daun tanaman, Masing-masing daun dimasukkan dalam kantong plastik secara terpisah sesuai dengan kelompoknya untuk dianalisis kandungan antosianinnya di laboratorium. Daun dikeringkan dengan diangin-anginkan tanpa terkena cahaya matahari secara langsung.

Daun pucuk merah dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil. Lalu daun yang sudah dipotong-potong sekecil mungkin dengan menggunakan gunting, selanjutnya akan diekstraksi dengan cara merendam daun pucuk merah sebanyak 5 gr dengan 50 ml larutan aseton pada erlenmeyer dan tutup rapat dengan menggunakan plastik wrap, simpan pada temperatur 25⁰C (suhu ruangan) selama 24 jam di tempat yang gelap, kemudian disaring dan diambil filtratnya. Selanjutnya diambil masing-masing 15 ml hasil filtrasi sesuai dengan bagian daun yang akan diamati. Ekstrak daun pucuk merah dimasukkan ke dalam sentrifugasi untuk memisahkan ekstrak daun pucuk merah dengan zat yang tidak diinginkan (residu) sehingga menghasilkan supernatant yang berada di bagian atas dengan warna yang lebih jernih dan tidak keruh. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm dan 700 nm.

Pengukuran kadar total antosianin :

$$\text{Konsentrasi Antosianin} = \frac{\text{absorbansi} \times \text{DF} \times 1000}{55,9 \times 1}$$

Keterangan :

A = Absorbansi
 DF = Faktor Pengencer
 1000 = Mengubah g menjadi mg
 (1) = Tebal cuvet (1 cm)

Analisi Data

- a. Dimasukkan data hasil pengamatan pada absorbansi atau optical density (OD) larutan tersebut pada panjang gelombang 510 nm dan 700 nm pada tabel berikut :

Bagian Daun Pucuk Merah	$\lambda=510 \text{ nm}$	$\lambda=700 \text{ nm}$
Bagian Daun Pucuk		
Bagian Daun Muda		
Bagian Daun Dewasa		

- b. Berdasarkan nilai diatas dihitung jumlah kadar senyawa antosianin menggunakan rumus konsentrasi antosianin dan dimasukkan hasilnya ke dalam tabel berikut :

Bagian Daun Pucuk Merah	$\lambda=510 \text{ nm}$	$\lambda=700 \text{ nm}$
Bagian Daun Pucuk		
Bagian Daun Muda		
Bagian Daun Dewasa		

E. Diskusi atau Pembahasan

1. Berapakah kadar klorofil dan antosianin daun pucuk merah pada bagian daun pucuk, muda, dan dewasa ?
2. Bagaimana perbandingan dari pengukuran kadar klorofil dan antosianin daun pucuk merah pada bagian daun pucuk, muda, dan dewasa ?
3. Dari setiap percobaan, bagian daun manakah yang memiliki kandungan klorofil dan antosianin tertinggi ? serta berikan alasan mengapa bagian daun tersebut memiliki kandungan klorofil dan antosianin lebih tinggi!
4. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan ini !

Bandar Lampung, Mei 2019

OrezaNur Eka Putri

